

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1893

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le 20 décembre 1893, à 1 heure.

Par ANDRÉ BROCA

Ancien élève de l'École Polytechnique,
Préparateur de Physique à la Faculté de Médecine de Paris
Né à Paris le 2 Novembre 1863.

ÉTUDES PHYSIOLOGIQUES, PHYSIQUES ET CLINIQUES

SUR LA

VISION DES ÉRUPTIONS CUTANÉES

Président : M. GARIEL, professeur.

Juges : MM. LANDOUZY, professeur,

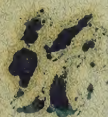
DÉJERINE, { *agregés.*
WEISS, }

PARIS

L. BATAILLE ET C^{ie}, EDITEURS

23, PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE, 23

1893



13

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1893

THÈSE

N°

61

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le mercredi 20 décembre 1893, à 1 heure.

Par ANDRÉ BROCA

Ancien élève de l'École Polytechnique,
Préparateur de Physique à la Faculté de Médecine de Paris
Né à Paris le 2 Novembre 1863.

ÉTUDES PHYSIOLOGIQUES, PHYSIQUES ET CLINIQUES

SUR LA

VISION DES ÉRUPTIONS CUTANÉES

Président : M. GARIEL, professeur.

Juges : MM. LANDOUZY, professeur,

DÉJERINE, { *agréés.*
WEISS,

PARIS

L. BATAILLE ET C^{ie}, ÉDITEURS

23, PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE, 23

1893

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen.....	M. BROUARDEL.
Professeurs.....	MM.
Anatomie.....	FARABEUF.
Physiologie.....	Ch. RICHET.
Physique médicale.....	GARIEL.
Chimie organique et chimie minérale.....	GAUTIER.
Histoire naturelle médicale.....	BAILLON.
Pathologie et thérapeutique générales.....	BOUCHARD.
Pathologie médicale.....	{ DIEULAFOY.
	{ DEBOVE.
Pathologie chirurgicale.....	LANNELONGUE.
Anatomie pathologique.....	CORNIL.
Histologie.....	MATHIAS DUVAL.
Opérations et appareils.....	TERRIER.
Pharmacologie.....	POUCHET.
Thérapeutique et matière médicale.....	N...
Hygiène.....	PROUST.
Médecine légale.....	BROUARDEL.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	LABOULBÈNE.
Pathologie comparée et expérimentale.....	STRAUS.
	{ SEE (G.).
Clinique médicale.....	{ POTAIN.
	{ JACCOUD.
	{ HAYEM.
Clinique des maladies des enfants.....	GRANCHER.
Clinique des maladies syphilitiques.....	FOURNIER.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale.....	JOFFROY.
Clinique des maladies nerveuses.....	N...
	{ N...
Clinique chirurgicale.....	{ DUPLAY.
	{ LE DENTU.
	{ TILLAUX.
Clinique ophthalmologique.....	PANAS.
Clinique des voies urinaires.....	GUYON.
Clinique d'accouchements.....	{ TARNIER.
	{ PINARD.

Professeurs honoraires : MM. SAPPEY, PAJOT, REGNAULD et VERNEUIL.

Agrégés en exercice.

MM.	MM.	MM.	MM.
ALBARRAN.	DELBET.	MARFAN.	RETTERRER.
ANDRÉ.	FAUCONNIER.	MARIE.	RICARD.
BALLET.	GAUCHER.	MAYGRIER.	ROGER.
BAR.	GILBERT.	MENEIRIER.	SCHWARTZ.
BRISAUD.	GLEY.	NÉLATON.	SEBILEAU.
BRUN.	HEIM.	NETTER.	TUFFIER.
CHANTEMESSE.	JALAGUIER.	POIRIER, Chef des tra-	VARNIER.
CHARRIN.	LEJARS.	vaux anatomiques.	VILLEJEAN.
CHAUFFARD.	LETULLE.	QUÉNU.	WEISS.
DEJERINE.			

Secrétaire de la Faculté : M. PUPIN.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

ÉTUDES PHYSIOLOGIQUES, PHYSIQUES ET CLINIQUES

SUR LA

VISION DES ÉRUPTIONS CUTANÉES

INTRODUCTION

Quand l'évolution d'une maladie comporte une éruption cutanée, l'apparition de celle-ci constitue, sinon le plus important, au moins un des plus importants parmi les éléments de diagnostic. Les caractères de forme, de couleur, ne doivent pas être négligés, mais l'existence seule d'une éruption est souvent plus importante que ses caractères particuliers.

L'histoire des fièvres éruptives en est un exemple constant. Ne voit-on pas quelquefois des scarlatines à éruption morbilliforme, des rougeoles à éruption scarlatiniforme? Le fait important, celui dont la valeur est prépondérante, c'est l'existence d'une éruption à un certain âge de la maladie. C'est là la base essentielle du diagnostic; aussi celui-ci ne peut-il bien souvent être affirmé quand le symptôme éruption fait défaut. C'est un fait fréquent dans ces formes frustes, qui si souvent ne laissent leur signature que par l'otite, par la contagion morbillieuse si c'est la rougeole, par la contagion scarlatineuse, par les suppurations du décours,

par l'albuminurie longtemps ignorée, si c'est la scarlatine.

On retirerait un grand profit, dans ces cas douteux, de l'apparition même légère, même fugace, d'une éruption cutanée soit au deuxième, soit au huitième ou dixième jour.

L'histoire de la syphilis présente des cas analogues. Sans nier l'importance de la teinte cuivrée dans la roséole maculeuse, teinte qui, à elle seule, donne la plus grande probabilité au diagnostic, on peut dire que, dans quelques cas, la seule notion de l'existence d'une éruption peut être du plus grand secours. En laissant de côté pour l'instant les formes frustes, dont je dirai un mot dans le dernier chapitre, il n'est pas indifférent, dans le cas de la rougeole, par exemple, de caractériser le plus tôt possible l'existence d'une éruption ; avant ce symptôme, le diagnostic est bien souvent en suspens, et la question de l'isolement, qui est si importante, ne peut être résolue. Et cependant c'est pendant la période d'invasion que la contagion morbilleuse est la plus redoutable. Il n'est donc pas inutile de chercher à abréger, fut-ce de quelques heures, cette période où le danger, malgré son importance, est encore impossible à affirmer ; il n'est pas inutile de chercher à rendre plus rares ces cas inévitables où une rougeole au début est envoyée dans une salle ordinaire des hôpitaux d'enfants, et contamine les voisins. Un procédé réalisant ce desideratum atténuerait dans une faible mesure les maux que cause, dans les hôpitaux de France, l'absence de chambres d'isolement pour les malades en observation.

Enfin, dans le cas de la diphtérie, l'existence d'une éruption peut présenter une certaine valeur au point de vue du pronostic ; dans quelques cas, en effet, des érup-

tions de diverses formes apparaissent, et toujours dans des cas de diphtérie maligne. Il y a donc intérêt à signaler le plutôt possible une semblable éruption.

L'intérêt de ces questions m'a poussé à chercher s'il n'y avait pas des procédés optiques permettant de révéler nettement des éruptions que l'œil perçoit difficilement, ou ne perçoit pas du tout.

De pareils procédés, outre leur utilité clinique, présenteraient aussi, au point de vue pathologique pur, un certain intérêt. En effet, le bon sens indique que, lorsqu'une tache apparaît sur la peau, le point où elle apparaît doit être, depuis quelque temps déjà, le siège d'une altération quelconque ; que, lorsqu'une tache éruptive disparaît, le processus morbide n'est pas interrompu juste au moment où l'œil cesse d'en percevoir des traces. Nous sommes sans aucune donnée précise sur toute cette évolution invisible, mais certaine. Sa certitude même montre que ce n'est pas une utopie de chercher, dans les procédés si délicats que l'optique met à notre disposition, des moyens de la révéler. Si le succès couronne nos efforts, ces procédés permettront, dans chaque cas particulier, d'assigner une limite inférieure au temps que dure le processus morbide invisible des éruptions, soit avant, soit après leur apparition.

Il y a donc deux côtés à la question, un côté qui relève de la physique et de la physiologie, où sont mis en jeu certains phénomènes optiques, et certaines propriétés physiologiques de la rétine ; et un côté qui relève de la médecine proprement dite, tout entier du domaine de la pathologie et de la clinique.

C'est le premier côté que j'ai cherché à étudier, en tentant de poser sur des bases scientifiques et solides une méthode nouvelle d'étude des éruptions cutanées.

L'incursion que j'ai faite dans le domaine de la clinique n'a eu pour but que de montrer l'utilisation facile de ma méthode.

Je vais donc résumer dans un chapitre les propriétés de la rétine utiles au sujet ; dans un autre, j'indiquerai les phénomènes physiques utilisables, et dans un dernier, j'indiquerai les applications que j'ai pu en faire en deux mois et demi d'observations quotidiennes.

J'ai été obligé, pour me rendre compte en détail de certains faits, d'employer l'analyse mathématique, tant dans la partie physiologique, que dans la partie physique. Je me suis contenté, dans le cours des chapitres, d'indiquer ceux des résultats de ces calculs qui m'ont semblé indispensables pour l'intelligence des faits. Pour les calculs eux-mêmes, j'en ai fait l'objet de notes que j'ai rejetées à la fin de l'ouvrage. La lecture de ces notes n'est pas indispensable pour la suite des idées, il suffit d'en admettre les résultats. Je n'ai cependant pas voulu les supprimer, car il m'a semblé utile de laisser une trace de la méthode que j'ai suivie, permettant à tous ceux qui sont plus ou moins familiarisés avec l'usage des mathématiques, de vérifier facilement les résultats énoncés.

Je veux maintenant indiquer en quelques grands traits les résultats que j'en ai tirés, et que j'ai résumés à la fin du chapitre II, c'est là que devront se reporter ceux que rebuterait, dans les deux chapitres suivants, un mode de raisonnement peu usité dans les sciences médicales. J'ai discuté la valeur des diverses conditions d'éclairage où peut se trouver un praticien pour diagnostiquer une éruption. J'ai expliqué par des expériences appropriées la raison d'être du procédé généralement suivi, consistant à diminuer l'éclairement pour percevoir nettement les roséoles douteuses. Enfin, j'ai indiqué deux procédés

nouveaux, et plus sensibles que le précédent. L'un consiste dans l'emploi de la photographie, procédé peu commode à cause de sa complication ; l'autre au contraire est de la plus grande simplicité, il consiste à armer l'œil d'un verre coloré au bleu de cobalt, comme il s'en trouve couramment dans le commerce, pour examiner le sujet.

La première méthode, connue depuis longtemps, est peu sensible. Les autres le sont beaucoup plus, mais elles présentent un inconvénient, c'est de supprimer toute espèce de notion sur la couleur des éruptions. C'est un inconvénient indéniable, mais un inconvénient souvent secondaire. C'est en effet une vérité banale que celle que j'ai rappelée plus haut : l'existence d'une éruption est souvent plus importante que ses caractères particuliers. Dans les cas où cela est exact, les méthodes que j'ai indiquées peuvent rendre quelques services.

Avant d'entrer dans mon sujet, je veux remercier, suivant la coutume, les maîtres qui m'ont guidé dans mes études médicales, et pour lesquels j'ai conservé la plus profonde gratitude.

Je veux faire une place à part à mon cher maître M. le professeur Gariel, qui m'a ouvert son laboratoire, et dont la bienveillance à mon égard ne s'est jamais démentie depuis cinq ans que je suis son préparateur. Je le remercie des éléments de travail qu'il a mis entre mes mains, et des enseignements quotidiens que j'ai puisés dans ses leçons et dans ses avis. Je le remercie enfin, d'avoir accepté la présidence de cette thèse, dont les expériences fondamentales ont été faites dans son laboratoire, souvent sous ses yeux, et avec ses conseils.

Je ne saurais oublier l'accueil qu'a bien voulu me faire M. le professeur Farabeuf, qui m'a admis parmi

ses élèves, quoique mes études médicales dussent forcément être moins complètes que je ne l'eusse désiré. Non seulement il m'a admis parmi ses élèves, mais il a parfois consacré de son temps à me donner des explications, le scalpel à la main, sur ma préparation même. Je lui exprime toute ma reconnaissance pour m'avoir si souvent guidé dans l'étude laborieuse de l'anatomie.

Je remercie aussi M. le professeur Dieulafoy, dans le service duquel j'ai fait mon stage hospitalier. C'est à son enseignement au lit du malade, dans lequel il s'occupe si souvent de chacun de ses élèves en particulier, que je dois le plus clair de mes connaissances pathologiques et cliniques. Enfin, c'est dans son service que j'ai recueilli les premières observations de cette thèse, et presque toutes celles qui ne sont pas relatives à la rougeole.

J'adresse mes remerciements à M. le docteur d'Heilly qui m'a bienveillamment ouvert la salle de rougeole de l'hôpital des Enfants-Malades, qu'il dirigeait alors, et dans laquelle j'ai recueilli la majeure partie des observations de cette thèse.

CHAPITRE PREMIER

Distinction par l'œil de deux plages lumineuses voisines.

Le problème que je me suis posé relativement aux exceptions cutanées peut s'énoncer ainsi : étant données deux plages lumineuses voisines dont l'une contient un peu plus de radiations peu réfrangibles, ou un peu moins de radiations très réfrangibles que la voisine, trouver des procédés de distinction de ces deux plages plussensibles que l'examen à l'œil nu. Avant d'aborder ce problème, il faut donc établir nettement la façon dont l'œil nu perçoit ces différences, et surtout la façon dont varie cette perception en fonction des variations de la lumière objective.

§ 1.— Définition physique des notions d'intensité et de couleur.

La lumière est définie au point de vue subjectif quand on se donne sa couleur et son intensité. Mais ces notions, par cela même qu'elles sont subjectives, sont sujettes à caution ; car aucun de nos organes ne nous permet de juger en mesure absolue ; nous ne pouvons par leur moyen que faire des comparaisons. Une impression reçue par un organe ne peut en effet être caractérisée que par comparaison avec une sensation antérieure. Le rôle prépondérant dans tout jugement est donc joué par la mémoire ; c'est elle seule qui nous permet d'assigner à une sensation une cause objective. Par son moyen, nous attribuons approximativement à cette

cause objective une quantité, et une qualité. Nous avons notion, en effet, de différences de qualité et de quantité dans la sensation. Nous attribuons en gros les variations d'intensité de sensation à des variations de grandeur de la cause objective. Nous attribuons les variations de qualité à des variations qualitatives de la cause objective. Nous avons la notion de lumière plus ou moins intense, la notion de lumière colorée.

Mais des notions de cette nature reposent essentiellement sur l'état de notre mémoire au moment de l'impression. Elles dépendent aussi de l'état de l'organe impressionné. Or l'expérience quotidienne nous apprend que, pour les phénomènes lumineux, la mémoire diminue d'une manière très rapide dans les quelques instants qui suivent l'impression, et qu'elle ne nous donne plus au bout de très peu de temps, que des indications extrêmement vagues. Nous ne pouvons dire, en regardant deux fois, à peu d'instants d'intervalle, une plage éclairée, si son éclairement a varié d'une notable fraction de sa valeur. Nous pouvons dire cependant, en général, si une plage est peu éclairée, moyennement éclairée, ou très éclairée. Si au contraire nous voulons comparer deux plages voisines de même couleur, nous le faisons en général avec une grande sensibilité. Dans ce cas, l'œil allant rapidement d'une plage à l'autre, la mémoire n'a pas le temps de s'émousser entre les deux sensations.

Pour la couleur, nous avons plus de délicatesse de perception. Dans les cas d'intensités moyennes, les yeux normaux confondent rarement ensemble, même en les voyant isolées et très lavées de blanc, les sept couleurs qui servent de repères dans le spectre. Mais notre œil est absolument incapable de nous donner des no-

tions précises sur la composition d'une plage éclairée.

L'œil distingue en effet une infinité de sensations colorées. Mais, ainsi que l'a montré Newton, et ainsi que je l'indiquerai plus loin, à chaque sensation définie correspond une infinité de combinaisons des diverses radiations simples. Certes, le peintre peut dire souvent avec quelles matières une couleur a été faite, mais ce sont là des notions expérimentales qui n'ont aucune espèce de rapport avec la composition objective de la lumière émise.

Les notions subjectives doivent donc être tenues en suspicion, en optique comme dans toutes les sciences, en optique surtout car la mémoire de l'intensité lumineuse dure très peu. Mais, en optique comme partout, ces notions subjectives vagues ont dirigé les physiciens dans l'étude des phénomènes objectifs, et les ont amenés à en découvrir les lois essentielles, inhérentes à leur nature objective. Ces lois ont permis de définir les phénomènes comme quantités physiques, et d'étudier ainsi la variation de la sensation subjective, quand la cause objective subit des variations bien déterminées. Les sens de l'homme ont permis à son intelligence d'aborder l'étude des phénomènes physiques ; c'est à ceux-ci que la physiologie doit maintenant demander des notions exactes sur les sens qui les ont révélés.

Il est donc nécessaire, avant d'aller plus loin, de préciser physiquement les notions de couleur et d'intensité, que l'œil nous donne.

Longtemps, la notion d'intensité est restée purement comparative, et la notion de couleur purement subjective. C'est seulement quand la théorie des ondulations est venue régénérer l'optique que l'on a conçu l'intensité lumineuse comme proportionnelle à la force vive

du mouvement lumineux par unité de temps et par unité de surface éclairée. La notion de couleur avait déjà été précisée au siècle dernier, par les travaux de Newton. Il partit de cette notion que la lumière blanche est composée d'une infinité de radiations simples, caractérisées, par leur indice de réfraction, puis il observa que le mélange de ces couleurs simples ne donnait pas de notion absolument nouvelle, mais que la sensation dépendait des intensités relatives des diverses radiations simples. Il résuma ses recherches sur les mélanges de couleurs par son cercle chromatique, dont je parlerai plus loin en détail. Mais les résultats qualitatifs, qu'il obtint ainsi ne donnaient aucun procédé précis pour assigner sur la table des couleurs la position d'une teinte donnée.

L'analyse spectrale de cette teinte montrait bien son spectre; elle ne donnait aucun procédé pour comparer les intensités relatives des diverses couleurs et en déduire mathématiquement les sensations dues à leur mélange. Un premier acheminement vers une mesure absolue a été fait ces dernières années par la spectrophotométrie. Dans cette méthode, on compare le spectre de la lumière à étudier à celui d'une source étalon, et on fait des mesures photométriques pour chaque couleur en particulier. Nous verrons plus loin que ce procédé ne comporte pas une construction de table des couleurs, car lorsque les unités de trois couleurs sont données, les autres s'en déduisent forcément. Quant à la recherche du lien entre les unités de l'étalon et celles de la table, c'est là une opération des plus compliquées. Aussi Langley dans son travail intitulé « *Energie et vision* » manifeste-t-il son étonnement de voir que personne n'a songé à employer une définition plus scientifique. Ce n'est que par la considération de l'énergie ondulatoire,

jointe au principe de la conservation de l'énergie qu'il est arrivé à une notion nette et à un moyen de mesure. La notion se définit d'elle-même ; le moyen de mesure consiste à absorber par du noir de fumée chacune des radiations composantes de la teinte à définir et à mesurer ensuite la température de celui-ci, soit avec un petit thermomètre, soit avec une pile thermo-électrique, soit avec un bolomètre, dont l'usage a constitué l'originalité des travaux de Langley. L'élévation de température du noir de fumée est proportionnelle à la quantité de chaleur qu'il reçoit. Cette quantité de chaleur, par le principe de la conservation de l'énergie est équivalente à l'énergie du rayon lumineux absorbé par le noir de fumée, car la proportion de lumière diffusée par celui-ci est tout à fait négligeable.

Quand cette opération est faite, aucun doute ne reste plus permis sur la position qui doit être assignée à la teinte sur la table des couleurs. J'indiquerai plus loin comment cette place peut être trouvée.

Certes, ces notions précises relatives à l'intensité et à la couleur ne seront pas indispensables pour tous les phénomènes que nous devons étudier. La plupart d'entre eux peuvent être étudiés en se bornant aux indications grossières de la mémoire. Mais j'avais besoin de ces définitions et surtout de celle de l'énergie lumineuse, pour rendre compte des derniers travaux, et pour permettre d'expliquer clairement la raison d'être des résultats que j'ai obtenus.

§ 2. — **Sensibilité de la rétine en lumière blanche. —**
Loi de Fechner.

Avant de commencer cette étude, je veux mettre ma-

méthode à l'abri d'une critique naturelle. Je ne me suis pas servi des résultats si intéressants de MM. Macé de Lépinay et Nicati, parce qu'ils ont abordé un problème qui, tout en ayant trait à la sensibilité de la rétine, est absolument différent de celui que je me pose. MM. Macé de Lépinay et Nicati ont eu pour but d'évaluer les qualités pratiques des lumières, et ils les ont par conséquent comparées entre elles par la valeur qu'elles donnent à l'acuité visuelle et à ce qu'ils ont appelé la clarté. Mais ce sont là des propriétés entièrement différentes de celle qui est relative à la distinction de faibles différences d'intensité entre deux plages voisines. Leurs mesures n'ont pas porté sur ce fait particulier, puisqu'ils ont admis sans démonstration nouvelle la loi de Fechner; c'est cette partie de l'étude de la sensibilité rétinienne que je veux reprendre, pour l'appliquer au problème pratique que je me suis posé.

Quand notre œil arrive à distinguer deux plages voisines, c'est que ces dernières présentent une différence, soit comme couleur, soit comme intensité, soit à la fois comme couleur et comme intensité. Il est fort difficile de définir exactement par une idée précise une variation lumineuse dans laquelle l'intensité et la couleur varient simultanément. C'est ce que je tâcherai de faire dans le paragraphe suivant. Mais avant d'aborder ce sujet nouveau, je veux rappeler les résultats connus, en indiquant quelques modifications utiles à y apporter. Les études antérieures ont porté sur les variations d'intensité de la lumière blanche, et les résultats obtenus ont été résumés dans la loi psycho-physique de Fechner, Celle-ci a pour but de définir la sensation en fonction de l'intensité. Le résultat expérimental approximatif sur lequel l'analyse est basée est le suivant : L'œil perçoit

une différence entre deux plages lumineuses, l'intensité seule variant quand le rapport de leur différence d'intensité à l'intensité totale a une valeur à peu près constante. Une observation extrêmement aisée montre que les différences d'intensité seule dans une teinte quelconque suivent la même loi. Donc les conclusions de ce paragraphe seront les mêmes pour toutes les couleurs. Fechner admet que la différence de sensation nécessaire pour amener à distinguer deux plages voisines est une constante quelle que soit l'intensité moyenne des deux plages. Une opération mathématique simple l'amène alors à formuler sa loi sous la forme suivante : La sensation croît en progression arithmétique quand l'excitation croît en progression géométrique, ceci s'écrit $S - S_0 = A \log I$, S mesurant la sensation, I l'intensité, et A et S_0 étant des constantes qui dépendent de l'œil observateur, et aucunement des conditions physiques du phénomène.

Insuffisance de la loi de Fechner. — C'est là une loi mathématique à laquelle il serait bien étonnant que la sensation visuelle se soumit d'une manière absolue. On ne peut évidemment pas représenter par une formule simple un phénomène aussi complexe qu'une sensation, quand on voit l'impossibilité de le faire pour beaucoup de phénomènes bien plus simples, où les propriétés de la matière inorganique sont seules en jeu. Toutes les fois que les conditions d'un phénomène changent notablement, les constantes des formules qui le représentent élémentairement changent de valeur. Citons seulement les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, qui ne sont applicables que lorsque la température et la pression varient dans d'étroites limites, lorsque leurs variations sont négligeables vis-à-vis de celles qui amènent le

changement d'état du corps, c'est-à-dire tant que les relations moléculaires ne sont pas sensiblement changées par la variation des agents physiques.

Or, sous l'action de l'énergie lumineuse, quand elle devient assez grande, les tissus de la rétine et du nerf optique peuvent être partiellement ou totalement détruits, ce qui supprime toute sensation. La variation notable de l'intensité amène dans l'organe une modification certaine, celle-ci doit se traduire par une variation dans la perception lumineuse. Les quantités que Fechner considère comme des constantes doivent donc varier quand l'intensité varie d'une manière notable.

Pour les faibles intensités, la loi est à peu près exacte comme il ressort des observations astronomiques. Les étoiles sont en effet classées par grandeur. Le chiffre de chaque classe est proportionnel à l'impression lumineuse reçue. Les différences d'impressions perçues sont donc proportionnelles aux différences des chiffres des classes. Les mesures astrophotométriques d'Herschel et Steinheil ont montré qu'en appelant I l'intensité lumineuse des étoiles et G leur grandeur, on pouvait mettre G d'une manière satisfaisante sous la forme :

$$G = A \log I + C.$$

Cette vérification montre bien que la forme de la loi est à peu près exacte. Mais, de même que la loi de Gay-Lussac est impuissante à rendre compte des dernières décimales d'une mesure exacte faite à une température notablement différente de celle où les constantes ont été mesurées, de même la loi de Fechner ne nous indique pas s'il y a une variation du plus petit rapport d'intensité perceptible, quand l'intensité augmente notablement. Pour en revenir au problème actuel, elle n'est pas suffisante pour affirmer qu'il n'y a pas intérêt

à modifier l'éclairage général quand on veut distinguer le plus nettement possible deux plages dont les intensités sont très voisines, et dans un rapport constant.

Les premières expériences précises à ce sujet ont été faites par Masson au moyen d'un disque rotatif. Soit (Fig. 1) un trait interrompu tracé à l'encre de chine, et passant par le centre du disque. Quand on fait tourner le

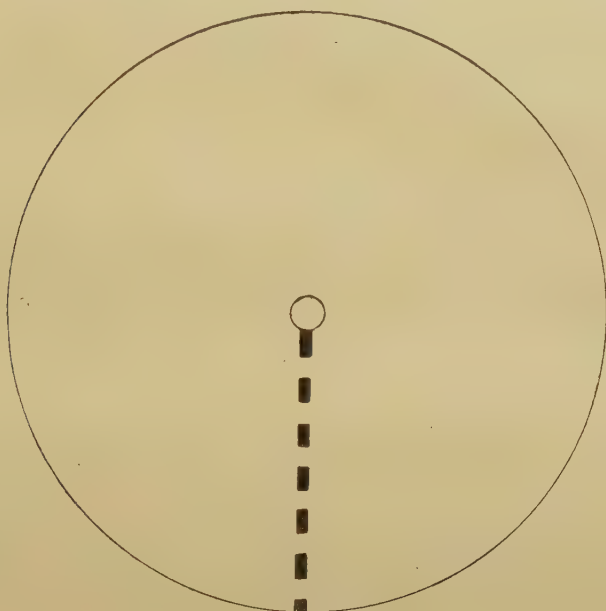


Figure 1

disque, chacun des éléments du trait engendre une couronne mince sombre, en vertu de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine. On peut calculer le rapport de l'intensité de chacune de ces couronnes à celle du fond blanc du disque. En supposant le trait d'un noir absolu, si I est l'intensité du blanc du disque, si r est le rayon moyen d'une couronne et d l'épaisseur du trait,

l'intensité de la couronne engendrée par le trait est $1 - \frac{d}{2\pi r}$, et $\frac{d}{2\pi r}$, qui est calculable, représente justement le rapport de l'intensité d'une couronne grise à celle des couronnes blanches voisines. On peut déterminer par l'expérience la dernière des couronnes visible dans chaque cas, et en déduire par le calcul le plus petit rapport d'intensité perceptible. Masson a trouvé ainsi que pour les éclairages ordinaires employés pour lire ou écrire, par exemple, la plus petite fraction d'intensité perceptible était à peu près constante, et variait suivant les yeux entre $\frac{1}{50}$ et $\frac{1}{20}$.

Helmholtz a résumé ainsi ses observations à ce sujet : « Par des jours bien clairs, près d'une fenêtre, j'ai
« pu distinguer nettement, en laissant errer le regard
« sur le disque, un bord répondant à une différence
« d'intensité de $\frac{1}{133}$; j'ai pu voir d'une manière moins
« bien délimitée, un bord répondant à $\frac{1}{150}$ et par mo-
« ments, un bord correspondant à une différence d'in-
« tensité de $\frac{1}{167}$. En éclairant le disque par la lumière
« directe du soleil, il fallait plus de peine et plus d'efforts
« pour reconnaître jusqu'à $\frac{1}{150}$ de différence. En même
« temps, je ne pouvais distinguer, au milieu de la cham-
« bre, que des bords de $\frac{1}{117}$; très rarement, et d'une
« manière indéterminée, celui relatif à $\frac{1}{133}$ ».

Ces expériences montrent bien que la sensibilité différentielle de l'œil passe par un maximum pour des éclairagements relativement considérables, mais les résultats de Masson et d'Helmholtz n'ont pas porté sur les éclairagements moins intenses ; ces résultats ne permet-

tent de trouver la véritable forme de la loi de la sensation en fonction de l'excitation qu'au moyen d'hypothèses sur la forme de la variation du rapport $\frac{\delta I}{I}$ qui n'a été déterminée par aucune expérience; I représente l'intensité de l'une des plages, δI l'accroissement de cette intensité quand on passe de cette plage à la voisine.

J'ai repris expérimentalement cette étude, et j'ai cherché à établir deux points : 1° L'exactitude de l'hypothèse de Fechner, c'est-à-dire la perception de l'addition des sensations, et la constance de la plus petite différence de sensation perceptible.

2° La forme de la variation de $\frac{\delta I}{I}$ en fonction de I .

Pour la 1^{re} partie de cette étude, j'ai étudié la part de chacun des deux yeux dans la perception de l'intensité lumineuse. Il est universellement admis que, chez les mammifères supérieurs, la décussation des fibres du nerf optique issue de la fovea se fait par moitié dans le chiasma des nerfs optiques, de sorte que le centre cortical de la vision de chaque hémisphère cérébral reçoit en quantités égales des fibres de chacune des deux foveæ. Nous pouvons donc dire que, pour la vision distincte, chacun des deux yeux contribue à la sensation pour sa part, et ceci est absolument indépendant de l'usage particulier que nous faisons de chacune de nos circonvolutions occipitales. Pour toutes les fonctions physiologiques autres que celles des organes des sens, il est en effet prouvé que les hémisphères cérébraux servent inégalement. Peut-être en est-il de même pour la vision, mais à cause de la demi décussation des fibres des deux foveæ cela est indifférent pour l'étude actuelle. Cette demi décussation nous permet en effet de raisonner sur un

seul centre psycho-optique, pour étudier la part de chaque œil dans la perception de l'intensité. Les indications de chacun des deux centres sont réunies par un mécanisme inconnu, et dans une proportion inconnue ; mais il est rationnel d'admettre que, à un moment déterminé, chacun des deux hémisphères contribue à la sensation pour une fraction déterminée de sa valeur ; ceci étant admis, il est légitime de raisonner sur un seul hémisphère.

L'œil est un organe de transformation, qui rend perceptible une certaine fraction de la quantité d'énergie lumineuse par centimètre carré émise par une plage éclairée. La fraction qu'il en utilise est une fonction de cette intensité, dont la détermination est le but de cette étude. Supposons un objet émettant une quantité d'énergie I par centimètre carré. L'œil droit seul utilisera par exemple $\frac{I}{\alpha}$ de l'intensité par unité de surface et l'œil gauche seul utilisera $\frac{I}{\beta}$.

Il est évident que les deux yeux fonctionnant ensemble utiliseront $I \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)$; donc si les sensations s'ajoutent, nous devrons avoir avec les deux yeux une sensation proportionnelle à $\left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)$ si elle était proportionnelle à $\frac{1}{\alpha}$ avec l'œil droit seul et à $\frac{1}{\beta}$ avec le gauche seul.

L'expérience directe vérifie ceci qualitativement, malheureusement les mesures sont impossibles, nous devons nous en tenir à l'évaluation subjective.

Regardons avec un seul œil une surface blanche uniformément et bien éclairée, et interposons un écran opaque tenu à bout de bras, de manière à en cacher une partie. De la sorte, l'écran étant assez écarté, on

pourra considérer la surface comme divisée en deux plages uniformes, l'une claire et l'autre obscure, la zone pour laquelle l'écran empêche l'utilisation complète de la pupille étant très mince. Elle se confond d'ailleurs avec la zone estompée due à la diffraction. Si à ce moment on ouvre l'autre œil, on perçoit très nettement une très grande différence d'intensité entre la plage vue avec les deux yeux et celle qui est vue avec un seul œil. De nombreux phénomènes subjectifs viennent parfois troubler cette observation. Ils sont dus, en partie, à ce que nous ne tenons pas le même compte des indications de nos deux yeux. Pour ma part, je suis habitué à ne pas tenir compte des indications de mon œil gauche. Quand j'accommode sur un objet, celle des deux images des autres objets que je perçois est celle de mon œil droit. Il me faut un effort intense pour percevoir celle de l'œil gauche, et je n'y arrive pas la plupart du temps. Dans ces conditions, si je cache la moitié du champ à mon œil droit, je vois entre les deux plages un contraste violent, l'une me paraissant très claire et l'autre très sombre. Si au contraire je masque la moitié du champ à l'œil gauche, tout le champ sera perçu par l'œil droit. Mon cerveau étant habitué à ne tenir compte que des indications de cet œil, le champ me semblera donc uniformément éclairé. C'est seulement en remuant l'écran d'une manière continue, ce qui met l'œil dans des conditions où il n'est pas habitué à se trouver que je perçois le mouvement de son bord, et que je me rends compte alors d'une différence d'éclairement sur la plage uniforme. Cette différence, tout en étant très sensible, est d'ailleurs beaucoup moins vive que dans l'expérience avec l'œil droit.

Outre les phénomènes psychiques, il y en a un autre

dû à la différence d'impressionnabilité des deux yeux. J'ai fait des mesures relatives à cette différence au moyen du photomètre Foucault. Ayant établi l'égalité des deux plages par vision binoculaire, je place derrière le photomètre un écran présentant une échancrure pour le nez, et séparant l'une de l'autre les deux plages lumineuses. En plaçant le front et le nez contre la tranche postérieure de cet écran, l'œil gauche seul voit la plage de gauche du photomètre, et l'œil droit seul celle de droite. J'ai obtenu aussi le résultat suivant. La plage de droite ayant un éclairement de 0,3 carcel mètre, celle de gauche me présentait la même sensation pour un éclairement de 1 carcel mètre. Donc, à égalité d'éclairage, mon œil gauche me donne une sensation à peu près trois fois plus faible que mon œil droit. Cette grande différence tient à des conditions spéciales à mes yeux, et n'existe pas en général au même degré.

Ces expériences, quoique la première soit compliquée par des phénomènes que je crois psychiques, et qui me semblent dus à l'habitude, me semblent cependant établir le fait que j'ai énoncé, c'est-à-dire que les sensations dues aux deux yeux s'ajoutent. J'ai complété cette expérience par la suivante: j'ai regardé un disque rotatif à trait interrompu, et j'ai noté les dernières couronnes visibles avec les deux yeux simultanément, puis avec chacun des deux séparément. Le mouvement du disque, dû à une petite dynamo, était très rapide et régulier. Le résultat est le suivant. Si avec l'œil droit je vois la couronne ayant pour numéro d'ordre n , et avec le gauche la couronne p , avec les deux yeux, je vois la couronne $n+p$, quelles que soient les valeurs de n et de p , qui sont variables avec l'éclairage. Les écarts sont toujours

très petits et variables. Ce fait a été vérifié par deux autres observateurs exercés.

Interprétons ce résultat. L'intensité est constante, donc le raisonnement précédent pour l'intensité totale peut se répéter pour sa variation. Nous pouvons dire que l'œil droit utilise $\frac{I}{\alpha}$ d'une variation d'énergie entre deux plages, l'œil gauche $\frac{I}{\beta}$ et les deux $\frac{I}{\alpha} + \frac{I}{\beta}$.

Dans le cas de la vision monoculaire, une circonvolution occipitale est exactement dans la même situation vis-à-vis des excitations venues d'un quelconque des deux yeux. Nous pouvons donc dire sans faire d'hypothèse que la perception différentielle aura lieu quand la différence des sensations dues aux deux plages aura pris une valeur identique pour les deux yeux. Si donc δI , δI_1 , δI_2 , représentent les variations d'intensité par unité de surface des deux plages éclairées, perceptibles respectivement avec les deux yeux, avec le droit seul, et avec le gauche seul, nous aurons :

$$\delta S = \frac{\delta I_1}{\alpha} + \frac{\delta I_2}{\beta} \quad (1)$$

δS représente l'accroissement de sensation; avec les deux yeux nous avons (2) $\delta S' = \left(\frac{I}{\alpha} + \frac{I}{\beta} \right) \delta I$.

Il est facile de se rendre compte par la construction même du disque que les variations δI correspondant à une couronne déterminée sont inversement proportionnelles à la distance de la couronne à l'axe de rotation. La loi sus-énoncée nous montre donc que

$$\frac{I}{\delta I_1} + \frac{I}{\delta I_2} = \frac{I}{\delta I} \quad \text{donc la relation (2) peut s'écrire :}$$

$$\delta S' = \left(\frac{I}{\alpha} + \frac{I}{\beta} \right) + \frac{I}{\frac{I}{\delta I_1} + \frac{I}{\delta I_2}}$$

$$\text{Or (1) peut s'écrire } \delta S = \frac{\frac{1}{\alpha'}}{\frac{1}{\delta I_1}} = \frac{\frac{1}{\beta'}}{\frac{1}{\delta I_2}} = \frac{\frac{1}{\alpha'}}{\frac{1}{\delta I_1} + \frac{1}{\delta I_2}} \text{ donc } \delta S' = \delta S.$$

Or l'intensité de sensation lumineuse est évidemment plus grande avec les deux yeux qu'avec un seul, d'après l'expérience précédente, et nous voyons par l'expérience que l'augmentation de sensation qui amène la perception est la même dans les deux cas. Ces expériences donnent donc un appui sérieux à l'hypothèse de Fechner. On ne peut dire qu'elles en sont une démonstration absolue, car je ne les ai pas étendues à des intensités considérables; mais depuis les intensités faibles de 1/25 de carcel-mètre où la perception différentielle est très mauvaise, jusqu'à l'éclairage de 1 carcel-mètre, où le maximum de sensibilité est dépassé, les expériences ont été concordantes, et comme, dans ces limites, j'ai certainement eu, pour les éclairagements intenses, la même intensité de sensation, avec un œil qu'avec les deux pour des éclairagements plus faibles, les expériences se continuent l'une l'autre, et on peut dire que l'hypothèse de Fechner est vérifiée pour toutes les intensités pratiques. Ces expériences ont été faites en même temps que les suivantes, en éclairant le disque au moyen d'une lampe à gaz. Il me reste maintenant à rendre compte de la 2^e partie des expériences. Le même disque a servi. La lampe à gaz a été étalonnée, et sa valeur constamment vérifiée au moyen d'un photomètre Mascart préalablement étalonné lui-même (1). L'éclairage du disque

(1) L'étalonnage du photomètre Mascart a été fait au moyen de la Carcel étalon du Dépôt des phares. Le photomètre Mascart employé est du grand modèle. La commodité de son emploi me l'a fait préférer aux autres photomètres. Je suis d'ailleurs arrivé, avec cet instrument, à des

était ensuite calculé par la loi de l'inverse du carré des distances. La lampe à gaz valait à très peu près 1 carcel. Les résultats ont été les suivants :

Distance de la lampe	Éclairage des disques	Couronne perçue	$\frac{\delta}{I}$
1 mètre	1 carcel-mètre	7	1/173
2	1/4	6	1/147
3	1/9	4 5 douteux	1/94
4	1/16	3 4 douteux	1/72
5	1/25	2 3 douteux	1/44

La répétition des expériences m'a donné le même résultat à plusieurs jours d'intervalle. Traduisant ces résultats par une courbe où les valeurs de I sont les abscisses et celles de $\frac{\delta}{I}$ les coordonnées, j'ai obtenu une hyperbole exacte à des différences près de l'ordre des erreurs d'expérience. La figure 2 la montre. Je renvoie à la note II pour voir comment ces expériences sont conformes à celles d'Helmholtz, et comment on peut en déduire la véritable forme de la loi de la sensation. Je veux seulement indiquer ici que la forme même de la loi de Fechner est inexacte, et que la fonction au moyen de laquelle on peut représenter la sensation en fonction de l'intensité est de la forme :

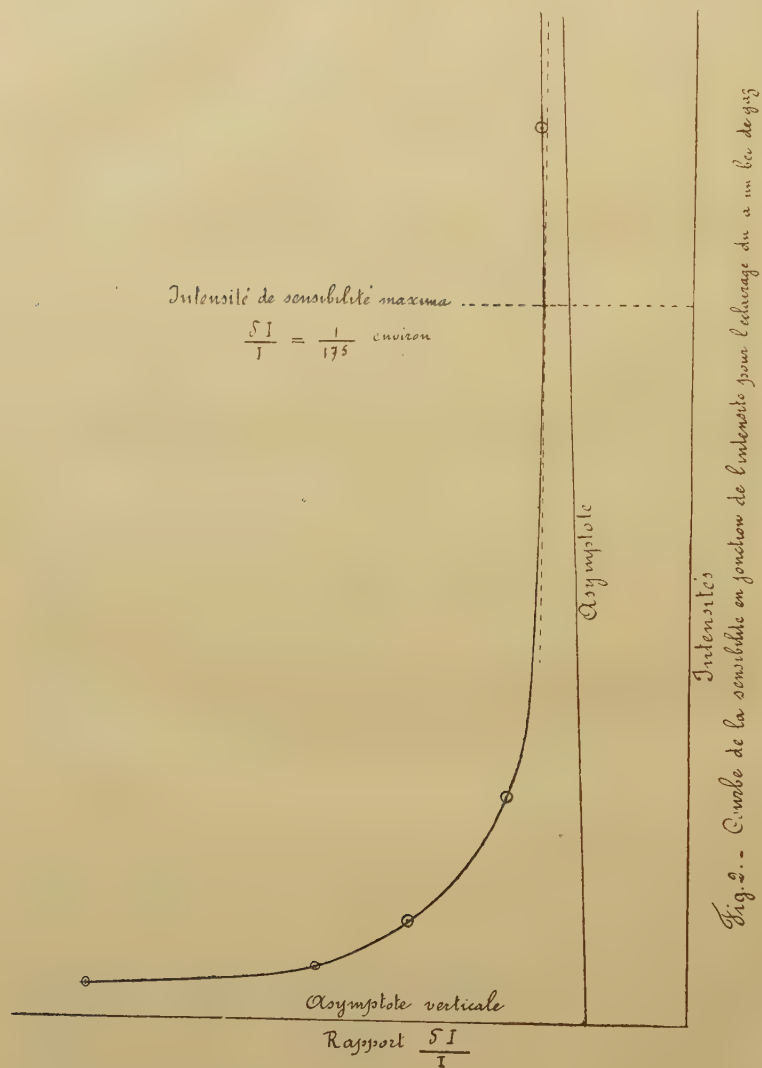
$$S = A \log. \frac{I+a}{I+b} + S_0 \text{ et non } S = A' \log. \frac{I}{I_0} (1).$$

Dans ces expériences, chacune des couronnes à distinguer avait 3 millimètres d'épaisseur, et l'œil observa-

mesures aussi concordantes qu'avec les autres photomètres, grâce à l'adjonction d'un fil de réticule un peu en dehors du point. En amenant ce fil dans une position bien déterminée par rapport à la séparation des deux plages, l'œil est toujours placé dans les mêmes conditions par rapport aux deux plages et les mesures deviennent très précises.

(1) J'ai le regret de n'avoir pu encore installer l'appareil nécessaire pour convertir ces mesures en ergs par centimètre carré et par seconde. C'est là une lacune que j'espère bientôt combler.

teur était toujours placé dans la même position, à 60 centimètres environ du disque. Dans ces conditions les



phénomènes ne pouvaient être compliqués de ceux qui sont dus à la petitesse des plages lumineuses. Tous les

observateurs sont d'accord pour admettre ces phénomènes. Je rappellerai seulement que Charpentier a pu produire une plage assez petite pour ne pouvoir la distinguer, quoiqu'elle fut dix fois plus éclairée que la plage ambiante.

Il ressort de tout cela que la sensibilité différentielle dépend essentiellement de l'éclairage. Mais deux autres causes principales viennent encore la faire varier ; la perception dépend en effet de l'état actuel de la portion impressionnée de la rétine, et de l'état des parties voisines. Une portion de la rétine qui vient d'être vivement impressionnée ne présente plus la même sensibilité qu'auparavant ; une plage lumineuse paraîtra d'autant plus lumineuse, l'œil restant fixe, que la plage dont elle est entourée est plus sombre. Le premier phénomène est dû à la fatigue de la rétine et donne lieu aux effets connus sous le nom de contraste successif. Son effet ne peut être atténué qu'en laissant l'œil errer sur la plage lumineuse, ce qui égalise la fatigue sur toute la rétine. Le second est dû principalement à une modification de notre jugement, et donne lieu au contraste simultané.

Pour mesurer la constante de Fechner, il faut donc opérer avec de grandes précautions. Cette mesure, pour pouvoir être pratiquement utile, doit être faite dans les conditions ordinaires de la vision. L'œil doit avoir été soumis pendant longtemps à l'intensité moyenne pour laquelle la mesure est faite ; il ne doit pas avoir été fatigué par une fixation attentive avant la mesure. Pendant toute la mesure, il faut le laisser errer naturellement sur le disque en expérience.

De toute l'étude précédente il ressort que, pour distinguer en lumière blanche de faibles différences d'é-

clairage, le mieux est de placer l'objet à regarder près d'une fenêtre moyennement éclairée par la lumière des nuées et d'y laisser le regard errer naturellement.

Cette seconde condition subsiste même quand la différence des deux plages est produite par une variation dans la couleur soit totalement, soit partiellement. Je le montrerai dans le paragraphe suivant. Quant à la première condition, l'étude de la vision en lumière colorée va montrer qu'elle est sujette à des réserves.

§ 3. — Sensibilité en lumière colorée.

Dans tout ce qui va suivre, la définition de l'intensité au moyen de l'énergie vibratoire va jouer un grand rôle, au moins dans l'exposé des faits. Elle permet, en effet, de comparer entre elles les intensités des différentes couleurs, ce que l'œil seul se refuse absolument à faire.

Newton a montré, que les couleurs obtenues par la dispersion de la lumière blanche étaient simples. Plus tard, Fresnel a montré que chacune d'elles était déterminée par sa longueur d'ondulation. La sensation produite par chacune de ces radiations simples est bien définie. La couleur d'une radiation simple dépend de sa longueur d'onde.

Quand il s'agit de lumière complexe, la notion de couleur est plus difficile à préciser. C'est évidemment un certain attribut de la forme de la vibration qui intervient pour nous donner la notion de couleur. Mais l'étude théorique n'a pu donner aucun résultat, et il faut s'en tenir actuellement aux tables des couleurs, dont le principe a été donné par Newton, et qui ne sont qu'une traduction immédiate des faits d'expérience.

Table des couleurs. — L'expérience donne les résultats suivants : 1° Les radiations simples du spectre produisent sur les yeux normaux des sensations bien définies ;

2° Certaines radiations, appelées complémentaires, donnent du blanc en les mélangeant deux à deux en proportions convenables ;

3° Quand la proportion de l'une d'elles augmente ou diminue, l'œil a la notion de blanc teinté de la couleur dominante ;

4° Quand on mélange en proportions quelconques des couleurs spectrales, l'œil a la notion d'une certaine couleur spectrale, teintant plus ou moins fortement un champ blanchâtre, ce qui définit l'aspect de la plage lumineuse ;

5° Le mélange de couleurs de même aspect a toujours le même aspect, indépendamment de la composition objective des couleurs composantes en fonction des couleurs spectrales ;

6° Outre la notion de blanc teinté de couleurs pures, l'œil a la notion distincte de blanc teinté d'une certaine couleur que nous appelons pourpre. L'analyse spectrale de cette couleur physiologiquement irréductible montre qu'elle est composée de rouge et de violet. On est alors convenu de compléter les tables des couleurs par une ligne consacrée au pourpre, joignant le rouge au violet. La définition même du pourpre montrera bientôt que la ligne relative au pourpre devra toujours être droite et réunir l'extrême rouge à l'extrême violet.

Le but de la table des couleurs est de permettre, par des constructions géométriques simples, de retrouver la sensation que produit un mélange de couleurs objectives simples en proportions connues. Elle indique :

1° la couleur spectrale qui définit la teinte dominante ;
2° la fraction d'intensité de cette couleur et celle du blanc dans la teinte finale.

En somme, ces principes peuvent se résumer en ceci : une teinte est entièrement définie au point de vue subjectif, quand on se donne l'énergie totale par unité de surface et de temps, la couleur spectrale dominante, et la saturation.

Je ne veux pas indiquer ici la discussion mathématique des principes sur lesquels est basée la construction des tables de couleurs, dont le type habituellement admis est le cercle chromatique de Newton. Je veux montrer que cette forme de table chromatique doit être abandonnée. Pour la discussion mathématique de la construction, j'envoie à l'optique physiologique d'Helmholtz ; mais je vais indiquer ses résultats pratiques. La construction, qui a été indiquée par Maxwell, est la suivante : on choisit arbitrairement sur le plan trois points qui représenteront trois couleurs. On choisit une unité d'intensité pour chacune d'elles, et on convient de représenter une couleur résultant du mélange de la quantité α de l'une avec β de l'autre, par le centre de gravité de α et β considérés comme des masses. On définit l'intensité de la couleur résultante comme la somme des intensités des composantes.

En un mot, les couleurs se composent comme des forces parallèles.

Le choix de ces trois couleurs étant fait, on peut, en tenant compte des lois expérimentales du mélange, déterminer toutes les autres en position et en intensité.

Dans le cercle de Newton, les couleurs spectrales sont considérées comme étant toutes à égale distance du blanc. Il est facile de voir que, dans ces conditions, on

prend pour unité d'intensité d'une couleur la quantité de cette couleur contenue dans l'unité d'intensité de blanc, supposé obtenu avec cette couleur et sa complémentaire.

Ceci résulte du fait que, deux couleurs complémentaires étant représentées par des points à égale distance du blanc, leur centre de gravité, qui est le blanc, ne pourra être à égale distance des deux que si les masses des deux points, c'est-à-dire les intensités des couleurs qu'ils représentent, sont égales. Cette définition de l'intensité manque de précision, car le lien qui réunit les définitions de deux intensités est complexe et ne représente rien à l'esprit. Il est d'ailleurs à remarquer que, du temps de Newton, la précision dans les idées d'unités était loin d'être aussi grande que maintenant, et que Newton n'a eu qu'une idée, c'est de mettre sous une forme saisissante pour l'œil, les résultats qualitatifs du mélange des couleurs. Mais cette unité n'est pas susceptible d'une mesure commode, ni précise, car elle repose sur une notion subjective. Les études d'optique physiologique montrent fréquemment des faits du même genre ; une forme simple d'exposition a amené Newton à une définition peu naturelle de l'intensité. La mesure de l'intensité au moyen de l'œil de chat a conduit Charpentier à considérer implicitement comme unités d'intensité des diverses lumières, des quantités proportionnelles aux intensités relatives qu'elles ont dans le spectre solaire.

Helmholtz a cherché, dans son *Optique physiologique*, à construire approximativement une table des couleurs, au moyen de la notion d'intensités égales obtenue par la comparaison à l'œil de plages différemment éclairées. Ceci ne peut être qu'un aperçu, et n'est susceptible d'aucune précision.

Mais toute indétermination cesse, si on prend pour unité d'intensité d'une couleur l'énergie, exprimée en ergs (1) par seconde et par centimètre carré de surface, de la plage lumineuse qu'elle éclaire. C'est là une définition objective, dépendant de l'essence même des phénomènes, et qui sera compatible avec la construction d'une table de couleurs. Un des principes essentiels de cette construction est en effet que l'intensité d'une couleur résultante est égale à la somme des intensités des composantes. Les quantités d'énergie s'ajoutent évidemment, elles sont indépendantes du mécanisme qui les produit. Leur mesure d'ailleurs est facile, ainsi que je l'ai montré plus haut. En prenant une pareille unité d'intensité, il nous est facile de voir qu'une table des couleurs ne suffit pas pour représenter tout ce qui se passe par le mélange de deux couleurs. En effet, une pareille table nous permet de dire quelle teinte on obtient en mélangeant dans des proportions données des couleurs données. Mais elle ne représente pas immédiatement ce que devient l'intensité d'une couleur formée par le mélange de deux intensités α et β de couleurs différentes. La traduction immédiate de la construction

(1) Je rappelle que l'erg est l'unité de travail dans le système C. G. S., aujourd'hui universellement adopté. Les unités fondamentales adoptées sont : le centimètre, la masse du gramme et la seconde. D'où le nom de C. G. S. L'unité de force s'en déduit par la formule qui définit la force est $p = mg$, où m , la masse unité et g l'unité d'accélération. L'unité d'accélération est celle qui augmente de 1 centimètre par seconde la vitesse d'un mobile. Or on sait que le poids de la masse du gramme, c'est-à-dire la force qui lui est appliquée en vertu de la pesanteur, augmente chaque seconde sa vitesse de 981 centimètres par seconde, ou 981 unités de vitesse ; donc le poids de la masse du gramme est 981 fois l'unité de force ou dyne. Donc 981 dynes = 1 gramme et 1 kilogramme est égal par conséquent à $981 \times 1000 \times 100$ dyne-centimètres, ou 98.100.000 ergs.

est la suivante (fig. 3). Si par un point A on mène une ligne droite, et qu'on prenne de part et d'autre de A



Figure. 3

deux longueurs l et l' , aboutissant en R et B, l'énergie α de la couleur A se compose de la somme d'une quantité ρ d'énergie de l'espèce de R et d'une quantité β de l'espèce de B, de façon à ce que (1) $\frac{l'}{l} = \frac{\rho}{\beta}$.

La signification de ceci, c'est que, au moyen d'une construction plane, on peut rendre compte de la composition qualitative des couleurs. Pour définir complètement les phénomènes, il faut une notion de plus, celle d'intensité. La géométrie met à notre disposition une dimension de plus. Il est donc probable que, par des conventions convenables, on pourra représenter complètement les lois du mélange des couleurs, en intensité comme en teinte, par une construction dans l'espace. Une première convention admissible est de construire une table des couleurs pour chaque valeur de l'énergie; de la sorte, en indiquant une table des couleurs déterminée, et un point déterminé sur cette table, si toutes les tables sont construites de la même manière, on aura défini entièrement l'intensité d'une teinte et toutes les manières possibles de l'obtenir. On peut compléter cette convention en admettant, comme toute différence entre les tables, que l'échelle de chacune d'elles soit proportionnelle à la quantité d'énergie pour laquelle elle est faite. De la sorte, étant donné un point sur une table, tout sera déterminé à simple vue. Mais les choses étant ainsi convenues, on peut supposer toutes ces tables semblables superposées parallèlement

l'une à l'autre, de manière à former une figure conique, d'après cette propriété connue qu'une série de figures semblables peut toujours être placée de manière à ce que toutes les figures soient homothétiques.

Tous les points de même teinte seront donc sur une même droite passant par le sommet du cône, et toutes les teintes saturées seront sur sa surface extérieure. Le sommet du cône représente le noir absolu.

Toutes les teintes ayant même couleur dominante seront dans un même plan passant par la ligne du blanc et la ligne qui représente la teinte dominante quand elle est saturée. Il est facile de se rendre compte qu'avec ce mode de représentation, on peut considérer la ligne qui joint le sommet du cône, point du noir absolu, à un point de l'espace, comme représentant en intensité et en couleur, par sa grandeur et sa direction, l'éclairement indiqué par ce point. On obtiendra l'éclairement dû à la superposition de deux teintes représentées par deux points, en composant les rayons vecteurs de ces points, comme des vitesses ou des forces. La démonstration de cette propriété est faite dans la note II.

Définition des diverses espèces de sensibilités différentielles. — Ces préliminaires étaient nécessaires pour me permettre de définir nettement les divers genres de sensibilité différentielle de l'œil, et de montrer que toutes ces sensibilités sont déterminées, pour une teinte déterminée, quand on suppose connues quatre d'entre elles soumises à certaines conditions. L'établissement de cette proposition exigeant l'emploi des mathématiques, je vais énoncer ici simplement le résultat, rejetant dans la note III le calcul, pour ceux qu'il pourra intéresser.

La représentation géométrique précédente est telle

que, si un point de l'espace est donné, la sensation qu'il représente est définie complètement ; son mode de construction montre qu'elle donne le moyen, étant donnée la composition physique d'une lumière, de trouver le point de l'espace auquel elle correspond. Cette table définit donc complètement la sensation en fonction de la composition de la lumière.

Pour le problème que je me propose, il faut chercher quelle est la sensibilité de l'œil pour une certaine variation de teinte et d'intensité entre les lumières de deux plages voisines. L'examen de la table construite comme je l'ai indiqué montre bien que la différence entre deux plages peut varier d'une infinité de manières tout autour du point représentatif de la teinte principale. En effet, la composition de la lumière objective sur les deux plages est complètement définie, si on se donne les points représentatifs de ces deux plages. La position relative de ces deux points peut varier dans l'espace d'une infinité de manières tout autour du point représentatif de la teinte principale. Il est évident que la plus petite différence perceptible par l'œil entre deux plages, dépend essentiellement de la nature de cette différence. Il doit y avoir autant de sensibilités différentes que de modes de variation de la teinte. L'œil ne doit pas percevoir de la même manière une variation de l'énergie totale d'une teinte, ou une variation dans une seule de ses couleurs composantes, l'énergie variant, ou une variation dans une de ses couleurs, l'énergie totale restant constante. Si un certain point de l'espace représente optiquement, comme couleur et intensité, une plage lumineuse, il y aura dans chaque direction un point tel que, s'il représente une plage voisine, la différence sera perçue par l'œil.

Il est facile de voir par la note III, que le lieu de ces points est un ellipsoïde, ayant pour centre le point représentatif de la teinte principale, et que cet ellipsoïde est entièrement déterminé si on suppose connue la loi de Fechner relative à la teinte dans laquelle on opère, et la sensibilité de l'œil pour des variations de teinte, à énergie constante. Celle-ci étant représentée par une ellipse, intersection de l'ellipsoïde précédent par le plan d'énergie constante passant par le point représentatif de la teinte, on voit que cette ellipse sera entièrement déterminée, si on se donne les sensibilités dans les trois directions des trois couleurs principales, au moyen desquelles la table des couleurs a été dessinée.

Pour pouvoir discuter d'une manière complète toutes les questions relatives à la sensibilité de l'œil, il faudrait connaître en tous les points, c'est-à-dire pour toutes les teintes, les ellipsoïdes de sensibilité, dont je viens d'indiquer le mode de construction. C'est là une étude qui exigerait de longues et pénibles recherches, mais qui, dans le cas actuel, peut-être tournée en faisant seulement appel à des notions plus simples, empruntées à l'étude des manifestations de la fatigue de la rétine. J'ai tenu cependant à indiquer en quelques mots la méthode générale, parce qu'elle sera peut-être, dans quelques cas, susceptible d'applications, et parce que son principe essentiel, c'est-à-dire la représentation géométrique des teintes au moyen de segments dirigés, me permettra de montrer nettement l'utilité qu'il y a à laisser l'œil errer librement sur l'objet observé, quand on veut y distinguer des détails délicats.

D'ailleurs, ces considérations générales m'ont semblé indispensables pour poser nettement le problème de la distinction des plages en lumière colorée, et montrer

la nécessité, toutes les fois qu'on aura à traiter un problème de ce genre, d'analyser avec soin la différence des lumières.

Je vais maintenant étudier les phénomènes de fatigue et en déduire quelques lois générales relatives à la sensibilité de l'œil.

§ 3. — **Fatigue de l'œil. L'œil considéré comme machine.**

Résumé des phénomènes de fatigue. — Dans le paragraphe précédent je n'ai pas encore tenu compte de la fatigue de l'œil, j'ai supposé une rétine idéale, dont les perceptions dépendent uniquement du phénomène objectif qui l'impressionne. Ceci n'est pas conforme à la réalité, car la sensation éprouvée pour une excitation actuelle donnée par une rétine donnée, dépend, entre autres choses, de la série d'excitations qu'elle a reçues avant l'excitation actuelle. Toute excitation produit en effet une certaine fatigue de l'organe sur lequel elle agit, c'est-à-dire une sensibilité moins grande aux excitations ultérieures. Tout le monde sait que, par une fixation prolongée d'un même objet, la vision devient de moins en moins nette, et cela d'autant plus rapidement que l'énergie lumineuse est plus grande. De là l'habitude inconsciente de promener constamment le regard sur les divers objets, pour répartir uniformément la fatigue, et conserver ainsi la perception des différences d'intensité. Sans cela, la fatigue croissant avec l'intensité lumineuse, la diminution de sensation due à la fatigue arrive rapidement à compenser l'augmentation d'excitation due à la plus grande intensité.

Les effets de la fatigue sont faciles à mettre en évidence. Quand on regarde fixement un champ lumineux

blanc intense, on voit baisser l'intensité du champ, qui devient plus gris. Ceci exige une observation attentive. Mais si on place un disque noir sur le champ blanc, et qu'après quelques instants on le retire vivement, on voit très nettement que les parties qui étaient sous le disque noir, et qui n'ont pas fatigué les parties correspondantes de la rétine, paraissent bien plus intenses que les voisines.

En lumière blanche, la fatigue se traduit par une diminution de l'intensité de la sensation. Que se passe-t-il en lumière colorée ? Les phénomènes qu'on y observe peuvent se résumer ainsi : quand une couleur impressionne un point de la rétine, elle fatigue celui-ci pour sa propre perception, en lui laissant à peu près toute sa sensibilité pour la couleur complémentaire. La sensibilité pour les autres couleurs est modifiée aussi. Tout se passe comme si, à la couleur active, venait s'ajouter une certaine quantité de la couleur complémentaire de celle qui a produit la fatigue, et si l'intensité générale baissait.

Ces conclusions sont tirées de l'étude des images accidentelles sur fond clair, que je n'ai pas l'intention de reprendre ici, car elle est traitée dans l'optique physiologique d'Helmholtz, paragraphe 23 et paragraphe 24-I.

La théorie qui explique au moyen de la fatigue tous les phénomènes de ce genre est due à Fechner. Celui-ci a conclu son explication de celle de Young et Helmholtz sur les sensations de couleur. Mais il n'y a pas lieu de se prononcer en faveur d'une théorie quelconque de la vision des couleurs, pour pouvoir affirmer que ces phénomènes sont dûs à la fatigue. Personne, en effet, ne met en doute qu'une excitation lumineuse intense ne détruise complètement l'organe de la vision.

Il n'y a qu'à rappeler l'exemple de Ritter rapporté par Helmholtz. Puisqu'une action lumineuse poussée à l'extrême détruit la rétine d'une manière complète, on doit admettre que toute action lumineuse est accompagnée d'une destruction partielle de la rétine. Ce phénomène est accompagné évidemment d'une excitabilité moindre pour la lumière, de là la production des images accidentelles sur fond clair.

Des expériences très simples permettent de montrer que l'abaissement d'intensité par la fatigue et l'abaissement de la saturation sont très loin d'être négligeables. Pour la lumière blanche, l'expérience du disque noir sur fond blanc est démonstrative ; on peut répéter cette expérience en gardant le fond blanc et remplaçant le disque noir par un disque coloré. Mais ceci peut se faire bien plus simplement par un beau jour. Il suffit de placer son doigt à une trentaine de centimètres de l'œil, en le faisant détacher sur le ciel clair, et de le regarder fixement. Le doigt se détache en sombre sur le ciel. Au bout de quelques secondes on aperçoit le doigt entouré d'une auréole lumineuse qui suit son contour ; si on le retire, on voit très nettement la forme du doigt se détacher en beaucoup plus clair sur le bleu du ciel. La tache claire qui en résulte persiste parfois plusieurs secondes, et se transporte sur le ciel quand on remue l'œil, ce qui prouve bien qu'elle est due à une fatigue persistante des parties voisines de la rétine. Non seulement, dans la partie non fatiguée de la rétine, la sensation est beaucoup plus énergique, mais la notion de couleur y est beaucoup plus nette. On voit très bien, par comparaison, que le bleu qui colore la lumière du ciel est perçu beaucoup moins bien par les parties fatiguées de la rétine que par celles qui ne le sont pas. La teinte des par-

ties du ciel qui se peignent sur les parties fatiguées de la rétine, semble tout à fait grise par comparaison. Le bleu semble y réapparaître peu à peu à mesure que la fatigue vient émousser la sensation de la partie de la rétine que le doigt avait ménagée ; ceci est un effet de contraste simultané.

L'auréole, qui semble entourer le doigt au bout de quelques secondes, est due aux petits mouvements inévitables du doigt et de l'œil.

Tels sont les résultats immédiats que donne l'expérience au sujet des phénomènes dûs à la fatigue de la rétine. Je vais chercher maintenant à en tirer des conclusions relatives à la perception des différences d'éclairement, en ne m'appuyant que sur des hypothèses aussi simples que possible, et en les vérifiant toujours par leurs résultats.

Raison des petits mouvements instinctifs de l'œil. — La première question à résoudre est la suivante : quand il s'agit de voir le mieux possible de petites différences entre deux plages, dûes à des variations simultanées de couleur dominante et d'intensité, doit-on s'appliquer à fixer l'œil, ou faut-il le laisser errer librement, ainsi que l'expérience quotidienne nous apprend à le faire pour voir le mieux possible de faibles différences d'intensité en lumière blanche ?

Je vais me placer dans un cas simple, et je montrerai plus loin que ce cas simple est celui dans lequel l'œil est toujours placé quand il regarde une éruption cutanée, soit à l'œil nu, soit par un des procédés que j'indiquerai plus loin.

Je discuterai la question au moyen de la table conique des couleurs, dont j'ai indiqué ci-dessus les propriétés. Traduisons sur cette table (fig. 4) la variation que

la fatigue en une autre subjective représentée par NA' , en admettant, ce que j'ai indiqué plus haut et démontré en note, que les segments représentatifs des teintes se composent comme des vitesses.

Ce qui vient d'être dit montre que les constructions relatives à une teinte NA se passent toutes dans le plan ANB , NB étant la ligne suivant laquelle sont portées toutes les sensations blanches. Le cas simple que je vais examiner sera celui où toutes les constructions relatives aux deux teintes dont il faut percevoir la différence se feront dans le même plan, c'est-à-dire le cas où la teinte dominante sera la même pour les deux plages.

Soit alors NA_1 le segment représentant la teinte de la deuxième plage ; pour simplifier l'exposé, nous admettrons que la teinte A_1 est celle d'une petite plage entourée complètement par une large plage de la teinte A . Une analyse plus complète montre que le raisonnement s'applique aussi quelles que soient les surfaces des plages, mais il est un peu moins simple.

Nous venons de voir la transformation que la fatigue fait subir à A . Si nous regardons de la même manière la plage A_1 sans bouger l'œil, le point A_1 se transformera en A_1' , et au lieu de la différence de teinte objective AA_1 , nous aurons à percevoir la différence subjective AA_1' . N'y a-t-il aucun moyen d'augmenter cette différence subjective à percevoir ? Supposons que nous donnions à l'œil un petit mouvement. Alors la plage A_1 , supposée petite, vient se peindre sur une portion de la rétine fatiguée par A , donc α doit baisser plus, puisque la fatigue due à A est plus grande que celle qui serait due à A_1 pendant le même temps. Donc le vecteur $\alpha\alpha'$ est augmenté, il devient $\alpha\alpha''$, car la variation d'intensité se représente toujours suivant la ligne A_1N .

De même il faut, pour tenir compte de la teinte complémentaire de fatigue, porter à partir du point α'' , non plus $\alpha'' A''_1$ parallèle à NC_1 , mais $\alpha'' A'''_1$ parallèle à NC ; or nous devons admettre que les longueurs de ces deux vecteurs représentent sensiblement la même quantité d'énergie, puisque les teintes A et A_1 sont très voisines; donc l'extrémité des segments $\alpha'' A''_1$, $\alpha'' A'''_1$ sont dans un même plan d'énergie constante. Mais, dès que l'œil a séjourné un instant dans cette position, la fatigue se produit comme si la teinte A_1 avait seule agi, et le point A'''_1 tend à revenir vers A'_1 . Il faut donc, pour que la différence subjective à percevoir reste égale à $A'_1 A'''_1$, donner à l'œil un mouvement continu, de manière à répartir uniformément la fatigue sur la rétine tout entière. Il semble naturel de continuer ce raisonnement en comparant le vecteur $A'_1 A'''_1$ au vecteur $A A_1$, mais ceci ne serait plus légitime. En effet, nous ne connaissons aucunement la valeur des variations complexes de ce vecteur, en grandeur et en direction; donc, même en connaissant les ellipsoïdes de sensibilité en A et A_1 nous ne pourrions pas comparer la sensibilité de la rétine pour $A'_1 A'''_1$ à ce qu'elle serait par $A A_1$. D'ailleurs la sensibilité à $A'_1 A'''_1$ dépend non seulement de la valeur de ce vecteur et de sa direction, mais aussi des teintes objectives initiales au moyen desquelles l'œil est arrivé à percevoir cette différence subjective. Si nous prenons en effet une intensité moyenne, et si nous la considérons comme subjective, elle correspond: 1° à une intensité moyenne objective supérieure à la première; 2° à une intensité extrêmement grande, qui amènerait à cette perception par une véritable destruction partielle de la rétine.

Mais, dans le cas qui nous occupe, les points $A A_1$ étant

bien déterminés, la sensibilité aux teintes subjectives A'_1, A_1' , l'est aussi ; nous pouvons donc admettre la comparaison des vecteurs A'_1, A_1' , et $A' A_1'''$. Or il est facile de voir que l'ellipse de sensibilité rétinienne a une forme semblable à la forme $E E'$, car, ainsi que je l'ai démontré en note, sa tangente en E' est horizontale, et sa tangente en E est parallèle à $N A'$. Sur l'arc $E E'$ la tangente est comprise entre ces deux directions. D'après ce qui précède, les petits mouvements de l'œil transforment la différence A'_1, A_1' , à percevoir en $A' A_1'''$, de la façon suivante ; A_1' , s'abaisse d'abord d'une certaine quantité suivant $A'_1 A_1''$, sensiblement parallèle à $A' N$, puisque toutes les directions $N A, N A_1$, sont infiniment voisines, puis il se porte à gauche suivant la direction d'énergie constante. Si le point A_1' , est voisin de l'ellipse de sensibilité, et à l'intérieur, $A_1 A_1'$, ne sera pas perçu. Remplaçons l'ellipse par sa tangente au point le plus voisin de A_1' cette tangente aura une direction comprise entre $A'_1 A_1''$, et $A_1'' A_1'''$, et la seule inspection de la figure 5 montre que chacune des deux composantes du mouvement de A_1' , ne peut que tendre à lui faire traverser la tangente à l'ellipse de sensibilité, donc à rendre perceptible la différence de teintes.

Les petits mouvements de l'œil sont donc favorables à une bonne perception des petites différences d'éclairement, aussi se produisent-ils par action réflexe. Il est nécessaire de faire un effort de volonté pour les empêcher.

La construction précédente permet de se représenter la transformation amenée dans les différences à percevoir par le fonctionnement de l'œil. Nous pouvons dire : si deux plages éclairées différemment mettent à la disposition de notre œil deux quantités d'énergie, dont les

différences en qualité et en quantité sont représentées par la grandeur et la direction du segment AA_1 , le fonctionnement de l'œil est tel qu'il transforme cette différence d'énergie vibratoire en une autre, d'autre nature, puisqu'elle est de cette nature inconnue qui est transmise par le nerf optique, et telle que $A_1'A_1'''$ représente la différence d'énergie objective qui impressionnerait l'œil comme le fait AA_1 , si on pouvait supprimer toutes les pertes que le mécanisme de la sensation fait subir à la différence d'énergie disponible.

Si notre organisme était susceptible de doser ses sensations, on pourrait connaître les lois de variation de la teinte avec la fatigue, et connaître ainsi la loi suivant laquelle le vecteur $A_1'A_1'''$ varie en fonction du vecteur AA_1 . On connaîtrait alors, dans chaque cas, le rendement de l'œil considéré comme machine à percevoir des différences d'éclairement. Dans l'ignorance où nous sommes de ce fait, le mieux est de tâcher de se rendre compte des plus élémentaires parmi les propriétés de l'œil, en appliquant à cette transformation inconnue d'énergie les lois primordiales que suivent toutes les transformations étudiées dans les sciences physiques et chimiques.

Rendement de l'œil. Essai d'interprétation physiologique. — Traitons donc l'œil de tous points comme une machine. Cherchons, en analysant les phénomènes, à savoir sous quelle forme est perdue l'énergie qui ne sert pas à la perception. Une partie est transformée par absorption en des vibrations calorifiques à période plus longue. Une autre est diffusée dans toutes les directions, et chauffe, d'une façon négligeable il est vrai, les milieux de l'œil, dans lesquels elle est absorbée. Enfin une troisième partie subit cette transformation incon-

nue en ce que nous pouvons appeler énergie sensible, et donne lieu à la perception. Cette dernière transformation se produit sûrement avec une perte, comme toutes les transformations d'énergie. L'absorption calorifique et cette dernière partie d'énergie contribuent probablement ensemble aux phénomènes de fatigue. Le résultat final est donc triple : 1^o chaleur inutilisée et non nuisible ; 2^o fatigue nuisible ; 3^o perception. L'œil fonctionne donc avec un certain coefficient de rendement, qui est le rapport de la quantité d'énergie utilisée à la quantité totale d'énergie qui a frappé la rétine. L'existence de ce coefficient de rendement est évidente *à priori*, il n'y a aucun exemple de machine, même animale, soustraite à cette loi. Le muscle qui se contracte produit de la chaleur, superflue pour le travail à exécuter ; les glandes qui fonctionnent font de même ; le travail cérébral élève la température du corps. L'énergie électrique ne peut être utilisée sans échauffer inutilement des conducteurs. La transformation du travail par une machine quelconque ne peut se faire sans qu'il y ait frottement des pièces articulées. De là tous les effets nuisibles, échauffement électrisation, usure, écrouissage.

Nous avons vu plus haut, en rappelant l'exemple bien connu de Ritter, que l'œil s'use par le fonctionnement, et que cette usure donne lieu aux phénomènes d'images accidentelles négatives. Nous voyons donc que, parmi toutes les causes de mauvais rendement des machines, il y en a deux au moins qui se retrouvent dans le fonctionnement de l'œil, l'échauffement et l'usure.

Mais l'œil, comme tous les organes, est soumis à une évolution continuelle, pour laquelle il faut des matériaux, qu'il emprunte au sang. Nous devons donc faire

entrer en ligne de compte cette régénération de l'organe au moyen d'énergie potentielle d'origine chimique, amenée aux éléments rétinien par le sang artériel. C'est à ce dernier phénomène qu'est due la possibilité d'une sensation permanente. S'il n'y avait pas équilibre constant entre la destruction de la rétine par la lumière et sa reconstitution, toute impression lumineuse s'affaiblirait avec le temps au-delà de toute limite. L'expérience quotidienne montre qu'il n'en est rien, et que, pour les éclairages qui ne provoquent pas par un réflexe irrésistible la fermeture des paupières, la sensation tend vers une limite fixe.

Ceci est prouvé avec la dernière évidence par l'observation des images accidentelles. Si on fait l'expérience du disque noir sur fond blanc, que j'ai décrite plus haut, il est facile de voir que le contraste atteint un maximum pour quelques secondes de contemplation, et qu'une contemplation plus prolongée n'augmente plus l'effet. Si, au contraire, la lumière est très intense, l'équilibre de la rétine ne peut être atteint, et l'effet de contraste augmentera indéfiniment, jusqu'à destruction complète des parties excitées; c'est-à-dire que le contraste final aura lieu entre le noir absolu et la lumière excitante.

Cette expérience est facile à faire au moyen de l'image accidentelle du soleil. Je l'ai développée dans mon œil en me servant d'un obturateur rapide de photographie. Pour une impression d'une faible fraction de seconde $\frac{1}{10000}$ environ, l'image accidentelle projetée sur papier blanc me donnait une sensation de gris, qui disparaissait au bout de quelques secondes. En augmentant la pose, l'image devenait de plus en plus sombre. Enfin, j'ai fait l'expérience avec une pose de

quatre secondes, et j'ai obtenu un vrai scotome du champ visuel ; la tache a pâli peu à peu, mais j'en avais encore des traces visibles douze heures après l'expérience. Cette expérience, que j'ai faite d'ailleurs en vue d'une autre étude, ne doit pas être répétée souvent, car la fatigue qui en résulte pour l'œil et pour le système nerveux dure plusieurs jours.

Mais la quantité de sang mise à la disposition de la rétine pour sa reconstitution ne peut varier que dans des limites très restreintes par vaso-dilatation. La composition du sang peut être considérée comme fixe. Il doit donc y avoir dans l'œil une disposition permettant à la rétine de résister d'une manière réflexe à l'action destructrice d'une lumière intense, avec les matériaux dont elle dispose.

Rôle de l'iris et du pigment rétinien. — Aucun physiologiste n'a je crois, encore attiré l'attention sur les conséquences de ces réflexes de défense.

Examinons d'abord les phénomènes qui peuvent s'interpréter dans ce sens :

Quand l'intensité de la lumière augmente, l'iris se contracte, et diminue ainsi la quantité de lumière par unité de surface de l'image rétinienne. Le fonctionnement de l'iris peut se faire de deux façons, soit sous l'action du système nerveux central, soit sous l'action de centres secondaires situés dans l'œil même. Ce dernier fait est prouvé par plusieurs observations : un œil d'anguille ou de grenouille détaché du corps réagit encore à la lumière. Les mydriatiques et myotiques agissent de même sur l'œil séparé du corps. Il y a donc pour les mouvements de l'iris, outre les centres réflexes du système nerveux central, des centres périphériques. Il est actuellement impossible de les désigner au mi-

lieu du plexus nerveux compliqué de l'œil, mais une pareille action est bien probable étant donnée la richesse du système ganglionnaire de cet organe.

Un phénomène observé par trois savants éminents, Boll, Kühne et Ranvier, semble aussi pouvoir s'interpréter dans ce sens. C'est la migration du pigment rétinien sous l'influence de la lumière. Le pigment, sous l'action de la lumière, se glisse entre les cônes et bâtonnets, en produisant chez chacun d'eux un étranglement. Les ouvrages classiques contiennent des figures qui montrent le phénomène. Ce pigment est noir, et absorbe par conséquent l'énergie lumineuse. Donc, à mesure que la constriction pupillaire et la migration augmentent, la fraction d'énergie lumineuse utilisée pour l'impression diminue. De la sorte, la destruction des éléments rétiens est diminuée, et on conçoit que la rétine, ayant à sa disposition un sang déterminé, puisse, grâce à ce phénomène, donner une sensation fixe pour une lumière bien plus intense que celle qui, sans cette action réflexe, lui permettrait d'atteindre un état d'équilibre.

Les phénomènes se succèdent dans l'ordre suivant : usure de la rétine par l'excitant lumière ; consommation de certains principes empruntés au sang ; constriction pupillaire et migration du pigment, qui permettent un équilibre entre l'usure de la rétine, et sa reconstitution. Je crois avancer une opinion admissible en disant que peut-être les phénomènes réflexes sont des conséquences de l'altération sanguine, le sang, appauvri par la consommation des cônes et bâtonnets, excitant des ganglions rétiens, de manière à produire comme réflexe de défense la constriction pupillaire et la migration du pigment rétinien. Des actions de cette nature sont admises pour la vaso-constriction, et il me semble

rationnel d'étendre à l'œil, qui possède un système ganglionnaire important, cette manière de voir admise pour les vaisseaux, dans la paroi desquels aucune observation n'a montré des cellules nerveuses.

De plus, la fraction d'intensité utilisée agit sur des cellules modifiées par la fatigue.

Cela étant admis, il est évident par ce seul fait, que la loi de la sensibilité rétinienne doit être analogue à celle de Fechner ; il n'y a donc pas besoin, pour justifier celle-ci, de dire avec son auteur qu'elle doit être d'essence psychologique. Le fonctionnement même de la rétine montre qu'une différence d'énergie par unité de surface entre deux plages sera toujours diminuée par deux causes : constriction pupillaire et absorption par le pigment interposé entre les éléments photesthésiques. Elle sera d'autant plus diminuée que l'éclairement général sera plus intense. De plus elle agira sur des cellules fatiguées. La fonction la plus simple par laquelle on puisse représenter cette absorption est $\frac{I}{A + BI + CI^2}$. J'ai montré en note qu'en admettant pour la fraction utilisée d'une différence d'intensité I une expression de cette forme, on trouvait une loi susceptible de cadrer avec tous les détails de l'expérience.

Bien d'autres phénomènes peuvent entrer en jeu, soit dans la rétine, soit dans le trajet des fibres nerveuses, soit dans les centres corticaux, mais ce que nous pouvons avancer, c'est que la loi du rendement de l'œil, considéré comme machine différentielle, n'en sera pas moins de la forme précédente. Cette théorie et l'expérience sont donc en accord satisfaisant. L'étude histologique de l'œil et sa réaction vis-à-vis de l'excitant lumière établie par les faits suffisent pour expliquer tous les phénomènes. On peut donc concevoir le mode de sensibilité

différentielle de l'œil comme une conséquence immédiate de la fatigue que lui fait éprouver la lumière, et des dispositions anatomiques qui lui permettent de la supporter. Nous en arrivons à conclure que la sensibilité différentielle, à énergie totale égale, doit être d'autant moins bonne que la lumière générale est plus fatigante.

Le raisonnement précédent s'applique quelles que soient la teinte initiale, et sa variation ; il montre donc que la loi de la sensibilité doit être analogue quelle que soit la teinte, et quelle que soit sa variation. Les constantes A B et C varieront suivant la teinte, et suivant la variation δI de cette teinte. Mais tout sera déterminé si on se donne la teinte, son intensité, c'est-à-dire le point du cône des couleurs qui représente l'éclairement principal, et la direction suivant laquelle est porté δI . On doit donc, dans ces conditions, trouver des lois de sensibilité différentielle analogues à celle de Fechner, quelle que soit la direction de variation de teinte adoptée pour les deux plages à distinguer.

J'ai répété à ce sujet des expériences calquées sur celles faites par Helmholtz, avec le disque à trait noir interrompu. J'ai opéré avec des disques à trait bleu, jaune, rouge, noir, et avec un disque portant un secteur continu rouge pour laver le tout de rouge, et un trait interrompu rouge. Dans ces conditions, j'ai trouvé que la sensibilité passait toujours par un maximum, et que l'intensité relative à ce maximum était à peu près analogue pour le bleu et le noir, plus faible pour le jaune, plus faible encore pour le rouge ; mais tous ces maxima sont voisins. Donc les lois de variation de la sensibilité différentielle avec l'intensité sont de même forme pour ces variations de lumière extrêmement différentes ; les intensités de sensibilité maxima pour la distinction d'une

plage pigmentée sur fond blanc augmentent avec la réfrangibilité de la teinte dominante du pigment.

Si deux plages lumineuses peu différentes sont telles qu'un certain nombre de radiations ne subissent pas de variation en allant de l'une à l'autre, nous pouvons donner à ces radiations le nom de parasites, car elles n'apportent pas à l'œil d'élément de différenciation. Ces radiations parasites jouent, pour la perception de la différence d'intensité, un rôle nuisible. Leur rôle doit être interprété un peu différemment dans les diverses théories de la perception des couleurs. Admettons, avec Young et Helmholtz, la séparation des éléments anatomiques destinés à percevoir les diverses couleurs; nous devons admettre que cette séparation n'est pas absolue, et que toutes les radiations impressionnent tous les éléments, mais plus ou moins bien. D'après ce qui précède, la sensibilité sera diminuée : 1° par la fatigue due à l'action de la lumière parasite sur les éléments sensibles à la lumière utile ; 2° par l'appauvrissement du sang usé par les éléments sensibles à la lumière parasite.

Si l'hypothèse de Young n'est pas exacte, ces deux causes n'en existent pas moins; la première aura seulement un effet plus sensible encore.

Le rôle d'une lumière parasite est donc analogue au rôle que joue la quantité de lumière commune à deux plages de même couleur et d'intensités différentes. Toutes deux diminuent le rendement de l'œil, suivant une loi voisine de celle de Fechner. La seule différence, c'est que les teintes parasites sont moins nuisibles que si elles étaient de la couleur utile, car, si elles agissent autant sur les réflexes de défense, elles fatiguent moins les éléments sensibles à la lumière utile. Je remets au chapitre suivant l'étude des procédés qui peuvent être

employés pour éliminer la lumière parasite dans le cas des éruptions cutanées ; l'étude physiologique qui me reste à faire maintenant, c'est celle du rendement de l'œil pour les diverses lumières qui peuvent l'impressionner. Rendement et fatigue sont en effet intimement liés l'un à l'autre, et l'effet nuisible des radiations parasites sera d'autant plus grand, à énergie égale, que leur rendement, à énergie égale, sera plus faible, c'est-à-dire que la fatigue qu'elles produisent sera plus grande. Pour les intensités moyennes, celle des couleurs pour laquelle la fatigue est la plus grande est le rouge. C'est celle qui donne le plus facilement les images accidentelles, c'est celle dont la courbe de sensation a la variation la plus rapide. Cela ressort de l'expérience quotidienne, ainsi que des travaux d'Helmholtz et de MM. Macé de Lépinay et Nicati. La théorie précédente trouve donc une vérification dans ce fait que la couleur la plus fatigante est aussi celle qui donne le moins bon rendement différentiel.

Expérience de Langley. — Des expériences plus récentes et faites en mesurant l'énergie lumineuse, ont été instituées en Amérique par Langley. Il a opéré sur des intensités très faibles. Une partie de son travail a porté sur l'acuité visuelle, je ne m'en occuperai pas ici. L'autre a porté sur les minima lumineux perceptibles dans les diverses radiations. Langley a utilisé les recherches antérieures qu'il avait faites au moyen du bolomètre sur la répartition de l'énergie dans le spectre. Une simple mesure actinométrique lui donnait alors l'énergie de chaque radiation. Un dispositif facile à concevoir lui permettait de connaître le rapport de l'intensité utilisée à l'intensité solaire primitive. De la sorte il avait tous les éléments pour calculer en valeur absolue les minima

lumineux perceptibles. Je n'ai pas trouvé la valeur de la surface à laquelle se rapportent les nombres qu'il a donnés, mais les rapports de ces nombres n'en sont pas moins exacts ; le tableau qu'il a donné pour un observateur d'une sensibilité normale est le suivant.

Couleurs	λ	Minimum d'énergie par seconde donnant la sensation	
		En calories	En ergs
Violet. .	$0\mu,4$	$\frac{1}{6,3 \cdot 10^{13}}$	$\frac{1}{1,5 \cdot 10^6}$
Vert. . .	$0\mu,55$	$\frac{1}{1,5 \cdot 10^{16}}$	$\frac{1}{3,6 \cdot 10^8}$
Ecarlate .	$0\mu,65$	$\frac{1}{6,6 \cdot 10^{13}}$	$\frac{1}{1,6 \cdot 10^6}$
Cramoisi. .	$0\mu,75$	$\frac{1}{3,3 \cdot 10^{10}}$	$\frac{4}{7,8 \cdot 10^3}$

Ce tableau montre bien que les couleurs extrêmes du spectre sont les plus défectueuses, et que la plus défectueuse de toutes, et de beaucoup, est le rouge. Il y a d'ailleurs des différences individuelles, mais le sens des phénomènes est toujours le même.

En résumé, c'est le rouge qui, à énergie égale, fatigue le plus la rétine ; c'est donc le rouge qui, à énergie égale, sera le plus nuisible comme couleur parasite. Nous verrons plus loin que c'est justement le rouge qui est la couleur parasite dans le cas des éruptions cutanées ; l'œil est donc placé naturellement dans de très mauvaises conditions pour les percevoir.

Essai de théorie des images accidentelles sur fond obscur. — Avant d'aller plus loin dans l'étude pratique que je me suis proposée, je veux faire une digression qui me semble utile, en ce qu'elle vient donner un sérieux appui à l'essai de la théorie qui précède. C'est en effet sur cette théorie que sont basées les méthodes que j'ai employées pour améliorer la vision des éruptions cutanées ; ces méthodes ont eu pour but d'éliminer autant

que possible les teintes parasites. L'expérience directe vérifie les conclusions de la théorie, mais il ne me semble pas superflu de donner de nouvelles preuves expérimentales à l'appui de mon dire, même si elles n'ont pas trait directement au sujet actuel.

Ces expériences ont trait aux images accidentelles sur fond obscur.

Dans son optique physiologique, Helmholtz expose les faits d'une manière que j'ai trouvée incomplète, dans des expériences qui ont porté sur mes yeux, et sur ceux d'un autre observateur. Selon lui, quand on soumet un œil à l'action d'une lumière, pendant un certain temps, puisqu'on ramène l'œil dans l'obscurité sans aucune secousse du corps, on voit *immédiatement* se développer sur le fond obscur une image accidentelle positive de l'objet qui a impressionné la rétine. Celle-ci passe ensuite par des phases colorées, au sujet desquelles Helmholtz donne une longue théorie. Le fond de son explication est qu'il considère ces images comme dues à la persistance des impressions sur la rétine. Cela est rationnel si on admet que l'image est développée immédiatement après la clôture des yeux, et qu'elle ne fait ensuite que diminuer. Mais alors il n'y a aucune relation nécessaire entre l'image accidentelle sur fond clair, due à la fatigue, et l'image sur fond obscur, due à la persistance des impressions lumineuses. De plus, les images accidentelles positives durent parfois fort longtemps ; j'en ai observé une pendant douze heures ; il me semble difficile d'admettre une persistance aussi longue, par continuation de l'excitation, c'est-à-dire par un phénomène de résonnance prolongée, soit de la rétine, soit des centres nerveux. Ces difficultés m'ont poussé à étudier avec soin les variations de ces images suivant les

conditions expérimentales, et l'expérience seule m'a prouvé péremptoirement qu'il ne saurait être question de s'en tenir à la persistance des impressions pour l'explication des faits. Nous sommes cependant là en présence d'une manifestation de l'énergie qui impressionne la rétine. Il fallait chercher à rendre compte de ce fait d'une manière conforme à l'expérience. C'est là ce qui m'a amené à une vérification de la théorie que j'ai indiquée relativement au fonctionnement de la rétine.

Le premier fait qui m'a frappé dans l'observation des images sur fond obscur, a été leur apparition lente et progressive, dans la plupart des cas. Pour moi au moins, et pour l'observateur que je me suis adjoint, la première des données d'Helmholtz, l'apparition immédiate de l'image est inexacte. Mes premières expériences ont été faites par le procédé habituel, qui consiste à placer les mains devant les yeux fermés, et à les ouvrir pour les refermer ensuite, rapidement et sans secousse. Je renvoie à l'optique physiologique d'Helmholtz pour les précautions à prendre. Mais le moindre mouvement trouble les images accidentelles, et peut même les faire disparaître, pour réapparaître ensuite. Il fallait donc employer un dispositif permettant d'éclairer l'œil et de le replonger dans l'obscurité dans toutes les conditions possibles, et toujours sans aucune secousse. C'est ce que j'ai fait en plaçant ma tête dans une chambre noire, sur laquelle était monté un obturateur photographique à air comprimé, permettant de réaliser toutes les poses à partir de 1/10.000 de seconde environ. De la sorte, toute erreur due aux mouvements du corps est éliminée. J'ai développé aussi dans mes yeux des images accidentelles d'un papier éclairé convenablement pour lire, d'une fenêtre éclairée par plus de 90° de ciel, et exposée au

levant ; les expériences ont eu lieu tantôt le matin et tantôt l'après-midi. Enfin, j'ai opéré sur le soleil lui-même. Je peux résumer comme il suit mes observations et celles d'un second observateur. Quand le temps de pose est notable et l'éclairage un peu intense, on perçoit, au moment de la fermeture, une véritable image persistante, qui s'affaiblit très vite. Tout le phénomène dure un temps qu'on ne peut apprécier exactement, mais qui est une très courte fraction de seconde. Quand on regarde une fenêtre bien éclairée par la lumière des nuées, au moment de la fermeture, le blanc des nuées semble parfois s'illuminer d'un bleu intense. Puis tout phénomène disparaît, et ce n'est qu'au bout de sept à huit secondes qu'on voit apparaître une image de l'objet qui a excité la rétine. Cette image n'atteint son maximum qu'au bout de 15 secondes environ, puis elle s'affaiblit en passant par toutes les phases si bien décrites par Helmholtz. J'ajouterai seulement que, quand l'image devient négative sur fond obscur, ce qui n'arrive pas toujours, elle est d'une intensité bien supérieure au chaos lumineux, ce qui est contraire à l'opinion d'Helmholtz. Quand le temps de pose est très court ou l'excitant très peu intense, les phénomènes suivent à peu près exactement la description d'Helmholtz. Mais, même quand il n'y a pas d'interruption notable dans les perceptions, il y a cependant un abaissement brusque de sensation après la fermeture, et un accroissement ultérieur de l'intensité de l'image.

Tels sont les résultats que j'ai obtenus avec les lumières moyennes ; j'ai opéré ensuite avec le soleil. Celui-ci m'a donné exactement les mêmes résultats. Avec une pose extrêmement courte, sensation continue avec minimum. Après une pose de quatre secondes, sensation

discontinue et apparition de l'image au bout d'une dizaine de secondes. C'est cette image qui a persisté pendant douze heures.

Enfin, dans toutes les observations, j'ai cherché s'il pouvait y avoir indépendance entre les images sur fond clair, dûes à la fatigue d'une manière indubitable, et les images sur fond obscur. Je n'ai jamais pu observer l'une sans l'autre, quand j'ai eu soin de prendre pour lumière secondaire de l'image sur fond clair une lumière moyenne. Le procédé qui m'a toujours réussi a consisté à me placer auprès d'une fenêtre vivement éclairée et à éclairer la rétine à travers les paupières fermées. De la sorte, la transformation de l'image positive en négative a toujours eu lieu.

J'ai donc cherché s'il n'y avait pas possibilité de trouver dans la rétine une source d'énergie susceptible d'impressionner le nerf optique, intimement liée à la fatigue de la rétine, et telle qu'après une vive impression son action ne devienne perceptible que quelques secondes après la cessation de l'excitation.

L'exemple quotidien nous montre que toutes les formes d'énergie sont susceptibles d'exciter tous les nerfs, en leur permettant de donner lieu, dans le système nerveux central, à leur sensation spécifique. C'est-à-dire que, lorsqu'une manifestation de l'énergie se produit sur le trajet d'un nerf, une partie de cette énergie se transforme en énergie sensible, en ce que quelques auteurs désignent sous le nom d'influx nerveux. Lorsque certains éléments rétinien ont été détruits par la lumière, ils empruntent au sang les éléments de leur reconstitution. Il y a là une transformation d'énergie qui se fait en présence des terminaisons nerveuses. Cette transformation ne peut s'effectuer sans perte, et une partie de

cette perte doit se retrouver sous forme d'influx nerveux, d'énergie sensible. Le nerf optique doit être impressionné, en donnant lieu à sa sensation spécifique, que nous sommes habitués à attribuer aux oscillations de l'éther. Cette excitation ayant lieu aux endroits préalablement excités par la lumière, il est évident que le cerveau percevra la forme de l'objet lumineux qui a produit l'excitation.

Mais cet effet sera d'autant plus grand que le sang qui baigne les éléments fatigués sera plus riche. S'il a été épuisé par une excitation primitive intense, il faut attendre que le sang de la membrane de Jacob, qui ne contient que des capillaires, ait été renouvelé. C'est seulement alors que la reconstitution se fera assez vite pour donner lieu à une excitation sensible du nerf optique.

Cet essai d'explication rend compte des détails essentiels des faits observés, et il est assez indéterminé pour laisser place aux variations infinies bien connues de tous ceux qui ont étudié ces phénomènes. On peut dire en effet qu'on ne peut jamais observer deux images accidentelles identiques dans toute leur évolution. Le premier caractère d'une explication plausible de ces faits doit donc être une grande indétermination.

L'accord de cette explication avec les faits d'expérience apporte donc un appui sérieux à la théorie qui m'a amené à la notion de couleur parasite, car cette explication implique l'existence d'une altération notable des cellules transformatrices de l'énergie lumineuse, et du sang qui les baigne, sous l'action de la lumière.

CHAPITRE II

Etude des propriétés de la lumière qui peuvent servir à améliorer la vision des éruptions cutanées.

§ 1. — Etude spectroscopique des tâches éruptives.

Résumé du chapitre I. — Les points essentiels que je veux retenir du chapitre précédent, sont les suivants :

1° Quand on veut placer l'œil dans les meilleures conditions possibles pour distinguer deux plages très voisines, il faut choisir un éclairement plutôt un peu inférieur à celui d'une fenêtre très vivement éclairée. Cet éclairement devra être d'autant plus faible que la couleur dominante de la plage la plus colorée sera plus réfrangible ; mais les éclairements relatifs à toutes les teintes sont très voisins ;

2° Quand, à un système de deux plages à différencier, on ajoute une couleur uniforme, celle-ci nuira à la perception de la différence primitive. C'est ce que j'appelle une couleur parasite ; l'action de cette couleur sera d'autant plus nuisible qu'elle sera plus fatigante pour l'œil ;

3° Les couleurs les plus fatigantes à l'énergie égale sont celles des extrémités du spectre ; la plus fatigante de toutes est le rouge extrême. Les couleurs les plus propices à la vision sont le jaune, le vert et les premières parties du bleu.

Il ressort donc de là que la première chose à faire pour étudier la façon dont l'œil perçoit une différence

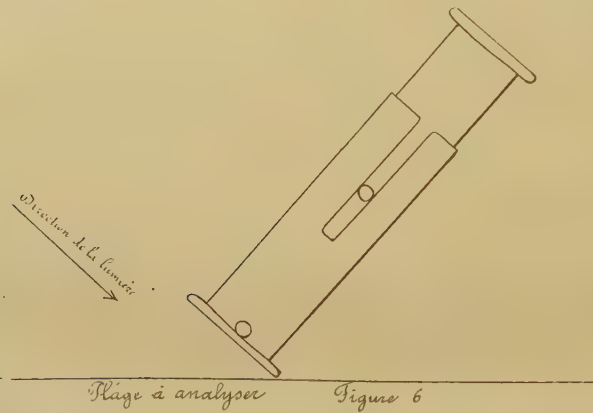
entre deux plages données, c'est de se rendre compte de la façon dont varie chacune des couleurs élémentaires qui composent la teinte générale, et de bien noter parmi celles-ci celles qui ne varient pas. Cette étude n'est possible à faire que lorsqu'on a à sa disposition deux plages présentant une grande différence due à un phénomène déterminé. L'étude précédente est alors possible, et on pourra en conclure les conditions où se trouvera l'œil pour percevoir une petite différence d'éclairement due au même phénomène, lorsque son action commence seulement à se faire sentir. Cette étude ayant seulement pour but de se rendre compte de la façon dont l'œil se comporte dans la perception de la différence de teinte, pourra être faite sans mesures exactes. La connaissance grossière de la teinte parasite suffira dans la plupart des cas.

Composition de la lumière des éruptions. — Je vais appliquer ces principes à l'étude des éruptions cutanées, qui réalisent précisément les conditions sus-énoncées. Un phénomène pathologique produit une rubéfaction de la peau. Tout le monde sait que ces rubéfactions sont parfois très intenses. L'étude pourra donc se faire dans ce cas. On aura la plus grande probabilité d'exactitude en étendant à une éruption très légère les résultats donnés par une éruption intense, et admettant seulement que le sens du phénomène reste à peu près le même, mais avec une intensité beaucoup moindre.

Certes, il ne faudrait pas pousser l'assimilation trop loin, la précision de la méthode est certainement faible. Il ne serait pas légitime de conclure de la variation que subit la teinte dans les éruptions considérables, à celle qu'elle subit pour les éruptions légères. Il ne faudrait pas induire d'une pareille étude la variation exacte de

la teinte en direction, sur la table de couleurs, pour les éruptions très faibles; mais cette simple étude suffit cependant à établir l'existence d'une teinte parasite, dont l'extension aux éruptions faibles est évidente, et ceci suffit pour l'étude que je me propose, grâce aux principes établis dans l'étude physiologique qui précède.

La simple inspection de la peau montre que, en mettant de côté les pigmentations extraordinaires, on peut classer sa teinte sur la table des couleurs dans la partie marquée blanc rosé ou blanc jaunâtre. Il est aisé de le



vérifier au moyen du spectroscope. Le petit spectroscope de poche à vision directe est très commode pour cela. On peut, en plaçant sa fente obliquement au-dessus d'une surface bien éclairée, et près d'elle (fig. 6), étudier approximativement la composition de la lumière diffusée par cette surface. On a une notion de la composition de cette lumière en cachant une partie de la surface à étudier au moyen d'un papier blanc, et en promenant le spectroscope sous la même inclinaison sur le papier blanc et sur la surface à étudier, ce qui permet de

voir successivement les deux spectres. En opérant ainsi pour la peau, on remarque que le rouge spectral est diffusé aussi bien que par un papier blanc. Puis toutes les autres couleurs sont altérées, et principalement le jaune et le vert, dans lesquels se trouvent les deux bandes de l'oxyhémoglobine, plus ou moins marquées, suivant les circonstances. Le bleu est peu modifié. Nous voyons donc que, par comparaison avec un papier blanc, l'énergie totale est moindre, que la variation plus grande du vert et du jaune par rapport au bleu donne une teinte blanc bleu, à composer avec le rouge spectral, très intense. Le résultat est évidemment du blanc rose.

Quand une tache éruptive est bien sortie, l'œil nous la révèle sous la forme d'une tache rouge. Par quelle modification de la lumière cette sensation de rouge est-elle produite ? Deux grandes causes peuvent être invoquées : ou bien le pouvoir diffusif de la tache éruptive est supérieur à celui des parties voisines, au moins pour le rouge, ou bien son pouvoir diffusif est moindre dans les parties les plus réfrangibles du spectre, en étant, dans le rouge, égal ou supérieur à ce qu'il est pour la peau saine.

Certes, il n'est pas possible d'affirmer que, dans toutes les éruptions, les modifications sont de même nature. La couleur d'une tache de roséole syphilitique n'est pas la même que celle d'une tache de rougeole. Mais il est permis de faire l'hypothèse que, dans toutes les éruptions, les modifications sont à peu près de même nature. L'étude spectroscopique d'une éruption franchement sortie est d'ailleurs à peu près impossible, car les surfaces des taches sont trop petites pour pouvoir faire usage du spectroscope suivant la méthode précédemment décrite. La figure montre en effet que la fente, qui

est en A, reçoit de la lumière d'une surface assez large, et que, dans le cas d'une éruption sortie, le champ qui l'éclaire aura toujours une composition à peu près constante. Faute de mieux, il faut donc s'en tenir à l'hypothèse précédente, et admettre que la composition de la lumière diffusée par une éruption quelconque est au moins très voisine de celle que diffuse une portion de peau congestionnée. L'étude spectroscopique de celle-ci est très aisée. Il suffit d'amener par une friction une rubéfaction limitée, sur la face dorsale de l'avant-bras par exemple. En plaçant le spectroscopie comme je l'ai indiqué précédemment, sur la peau non modifiée, puis immédiatement après sur la peau rubéfiée, on observe les résultats suivants :

Le rouge n'est pas sensiblement modifié.

Le bleu disparaît presque complètement.

Le vert s'affaiblit beaucoup dans toute son étendue, mais principalement aux places des deux bandes caractéristiques de l'oxyhémoglobine.

La meilleure vérification des hypothèses que j'ai faites sera d'en tirer des conclusions, et de voir si la pratique concorde avec la théorie. Cependant un aperçu théorique peut déjà donner idée qu'elle est exacte. En effet, nous ne pouvons concevoir une éruption que de deux façons ; ou bien elle est due à une congestion, ou bien elle est due à un pigment qui vient colorer les cellules de l'épiderme. Dans le premier cas, le résultat expérimental précédent s'applique immédiatement. Dans le second, nous devons admettre que le pigment fonctionne comme toutes les matières colorantes connues, en augmentant l'absorption de la matière qu'il colore pour certaines radiations, complémentaires de la teinte qui devient dominante, et non en diminuant

cette absorption pour la teinte dominante. Ceci est d'ailleurs prouvé par la photographie. Toutes les taches éruptives paraissent en noir sur le positif photographique, ce qui prouve que l'énergie actinique y est moindre que dans les parties saines. Si la coloration se produisait par augmentation de la diffusion rouge, la diffusion restant la même pour les autres couleurs, la plaque photographique, si elle indiquait quelque chose, malgré son peu de sensibilité à l'énergie rouge, ne pourrait accuser qu'une augmentation d'énergie, c'est-à-dire une tache claire (Planche 1).

Ceci me semble prouver que la composition de la lumière diffusée par toutes les taches éruptives est analogue à celle qui est diffusée par les taches de congestion. Les différences ne peuvent être que très petites, car elles correspondent aux différences des couleurs des diverses taches, qui sont toutes très voisines les unes des autres.

Donc les procédés qui pourront permettre de rendre plus facilement visibles les taches de congestion présenteront à peu près le même avantage pour toutes les taches éruptives.

§ 2. — **Procédés physiques permettant d'améliorer la vision des éruptions cutanées.**

Rendement de l'œil pour la lumière des éruptions. — L'étude qui vient d'être faite de la lumière des éruptions, permet de se rendre compte des conditions de rendement de l'œil pour les différences de lumière qu'amène une faible éruption, et il est facile de voir que ces conditions sont très mauvaises.

En effet, la lumière que j'ai appelée parasite dans l'é-

tude physiologique précédente, celle qui ne varie pas d'une plage à l'autre, et qui, par conséquent, fatigue la rétine sans lui apporter d'élément de perception différentielle, est la lumière rouge. Cette lumière est précisément celle que la peau humaine diffuse le plus, puisqu'elle en diffuse autant qu'un papier parfaitement blanc. Or les expériences de Langley, résumées ci-dessus, ont montré précisément que le rouge était la couleur qui, à énergie égale, fatiguait le plus la rétine, et celle qui, dans le spectre solaire, présentait l'énergie la plus considérable. Il y a donc une raison pour que le rendement de la rétine soit très faible, justement pour la modification de lumière que subit la peau quand elle est le siège d'une éruption.

La question qui se pose immédiatement est donc de chercher par quels procédés on peut transformer l'énergie mise à la disposition de l'œil, dans la vision d'une éruption, de manière à le mettre à l'abri autant que possible de la lumière nuisible.

1^{er} procédé. — *Diminution de l'intensité.* — Dans l'étude physiologique précédente, j'ai montré expérimentalement, au moyen de disques à traits interrompus, que les intensités lumineuses donnant à l'œil la sensibilité maxima n'étaient pas les mêmes pour les diverses variations de coloration. L'intensité est la plus faible pour le rouge sur blanc, tout en étant assez peu différente de celle qui est relative au noir sur blanc. Il y a donc intérêt, pour la vision des éruptions à l'œil nu, à employer un éclairage moins intense que celui qui permet de distinguer le mieux les différences de noir sur blanc, un éclairage beaucoup moins intense que celui qui donne la meilleure acuité visuelle. Ceci justifie une pratique universellement répandue dans l'étude de la roséole syphili-

tique. Cette pratique consiste à diminuer l'éclairage dans de certaines limites, pour voir nettement les roséoles douteuses. L'efficacité de ce moyen est indiscutable, et ceci concorde bien avec le résultat donné par le disque rotatif. Ce procédé permet de voir d'une façon certaine une couronne qui, au grand jour, est douteuse, une éruption qui, au grand jour, apparaît un peu, mais ne peut s'affirmer. Cette méthode n'est pas assez sensible pour reculer notablement le moment où on peut voir une éruption, les services qu'elle peut rendre sont limités au cas dont je viens de parler. Sans chercher à faire sur ce sujet une théorie, nous devons admettre que l'abaissement de la lumière diminue l'effet nuisible des radiations parasites rouges. Mais ce procédé ne supprime pas ces radiations parasites et il ne diminue les effets nuisibles qu'au prix d'une atténuation simultanée de l'effet utile des radiations actives.

Ce que nous devons donc rechercher, ce sont les moyens physiques de supprimer l'action des radiations peu réfrangibles, en respectant autant que possible celle des radiations les plus réfrangibles.

2° *Procédé. — Photographie.* — Le premier moyen qui s'impose est la photographie. En effet, l'action actinique des rayons rouges, dans les conditions ordinaires de la photographie, est pratiquement nulle. L'impression de la plaque doit donc être proportionnelle à la variation des radiations très réfrangibles. Mais il est possible que les radiations ultra-violettes soient peu modifiées par les éruptions, et alors on ne ferait que remplacer l'action perturbatrice des radiations rouges, par celui des radiations ultra-violettes. L'expérience seule peut permettre de résoudre ce problème. Elle est très facile

à faire. Il suffit de photographier une éruption légère. En conduisant convenablement les opérations photographiques, on peut amener l'épreuve à présenter des taches d'un noir très intense, au lieu des taches roses qui étaient assez peu visibles à l'œil. La planche I en donne un exemple emprunté à une roséole syphilitique papuleuse très faible. Ceci n'est possible à interpréter que si on admet une absorption des radiations ultra-violettes par les taches éruptives, analogue à l'absorption qu'elles présentent pour la partie la plus réfrangible du spectre visible.

Il est donc probable que la photographie permet de révéler des éruptions avec plus de sensibilité que l'œil nu. En effet, les taches grises sur le positif indiquent la différence entre les radiations utiles seulement, et leur intensité est proportionnelle à cette différence. Regarder une épreuve photographique d'éruption est donc un procédé pour mettre l'œil à l'abri de l'effet nuisible des radiations rouges.

Une observation fortuite, due à un photographe, a révélé ce fait il y a quelques années. J'ai rapproché d'autres phénomènes de ce fait isolé, observé dans de mauvaises conditions, cité sans explication complète dans quelques livres spéciaux de photographie, et c'est ce qui m'a amené à étudier en détail cette question, à cause de son utilité pratique. L'observation est la suivante.

Vogel, photographe à Berlin, photographie une dame, et trouve que la figure est criblée de petites taches grises peu accentuées, et impossibles à confondre avec des taches de plaque. Il apprend que son modèle est mort quelques jours après de la variole. Rien, dit-il, n'était apparent sur son visage, au moment où il l'a photographiée.

Cette observation isolée était sujette à caution, car

rien n'appelant l'attention du photographe, une éruption très légère, mais visible, aurait pu lui échapper, alors que l'examen attentif de son cliché devait lui en révéler les moindres particularités.

Mais il est un autre fait bien connu des photographes, c'est l'impossibilité de photographier sans retouches les personnes atteintes de taches de rousseur. Les taches de rousseur les plus légères donnent sur le positif des taches noires d'une grande intensité. Souvent même lorsque les taches de rousseur semblent disparues, ce qui a lieu parfois en hiver, les photographies les révèlent par de petites taches qui nécessitent des retouches.

Enfin un dernier fait, qui montre bien la sensibilité de la plaque photographique à des variations insaisissables à l'œil nu, c'est le procédé aujourd'hui fréquemment employé pour expertiser les traites falsifiées.

La falsification par grattage se voit toujours au moins à la loupe ; il n'en est pas de même de la falsification par l'eau chlorée. Celle-ci en effet, quand elle est habilement faite, ne laisse aucune trace visible des caractères, et aucune altération du papier visible, même à la loupe. Mais, quand on photographie la traite falsifiée, on voit réapparaître sur l'épreuve, d'une manière suffisamment caractérisable, les caractères qui ont été effacés. Le falsificateur ne peut en effet enlever, au delà de ce que son œil lui révèle, les dernières traces d'oxyde ferrique. Les rayons jaunes diffusés par ces traces d'oxyde jouent, pour les traites falsifiées, le même rôle que les rayons rouges dans les éruptions cutanées ; l'action actinique des deux radiations est analogue, elles doivent donc se comporter de même vis-à-vis de la plaque photographique. Cette observation, plus souvent faite que

la précédente, et dans de bien meilleures conditions d'observation, vient donc lui apporter le plus sérieux appui.

La vérification du fait relatif aux éruptions présentait d'assez grandes difficultés. En effet, dans les hôpitaux, les maladies éruptives arrivent en général avec leur éruption. Les sujets sont, la plupart du temps, des enfants, et comme la photographie de ce genre exige, ainsi que je l'indiquerai tout à l'heure, de longues poses, comme les manipulations de son développement sont longues et pénibles, il était à présumer que cette expérience serait très difficile à réussir, et que l'obtention d'une épreuve nette exigerait un grand nombre d'essais infructueux.

Aussi n'est-ce pas à la rougeole que je me suis adressé pour cette étude; j'ai pris à ce sujet trois observations d'eczéma, dont je rapporterai les observations en détail dans le chapitre consacré aux applications cliniques. La première date du mois d'août 1892, les deux autres d'avril 1893. Toutes les trois ont vérifié le fait, que la photographie permet de saisir d'une façon très nette des éruptions que l'œil ne permet pas de percevoir. Je veux, dans ce chapitre, me borner à l'étude des moyens physiques propres à révéler les éruptions, aussi je vais passer immédiatement aux procédés techniques à mettre en jeu pour réussir ces épreuves. J'ai abandonné le procédé photographique après les trois épreuves que je viens d'indiquer, pour un autre beaucoup plus commode, plus pratique, et que j'ai trouvé plus sensible entre mes mains. Mais le procédé photographique pourra peut-être être plus général, au moins entre les mains de techniciens très habiles, et peut-être, dans ces conditions, sa sensibilité serait-elle beaucoup augmentée.

Je ne crois donc pas inutile d'indiquer comment j'ai procédé, autant pour permettre à ceux qui voudraient essayer de perfectionner le manuel opératoire, que pour leur éviter des tâtonnements.

Pour toute la partie relative au développement, et elle est très importante, j'ai suivi les conseils que m'a donnés M. A. Londe, tant oralement que dans son traité du développement photographique, auquel je renvoie pour plus de détails.

La première question est relative à l'impression de la plaque. La loi la plus généralement admise est que le temps de pose nécessaire pour avoir une impression déterminée est en raison inverse de l'éclairage. Ceci se traduit en langage mathématique par $A = Et$. A étant donné en fonction de la grandeur I de l'impression photographique E étant l'éclairement, et t le temps de pose. Mais ceci n'est pas l'expression exacte des faits ; le capitaine Abney a montré que le temps de pose croissait plus vite que l'inverse de l'éclairement, et ceci donne un poids nouveau à une observation faite par quelques photographes, que, pour chaque radiation, il y avait une intensité au-dessous de laquelle l'impression était nulle, quel que fût le temps de pose. En appelant E cette intensité minima, on a la formule $A = (E - E') t$, qui concorde avec les expériences du capitaine Abney. Le fait de l'existence de ce minimum E' semble donc indéniable, et les expériences d'Abney montrent qu'il modifie profondément les propriétés de la plaque dans son voisinage. Donc, si nous supposons que l'intensité de la moins éclairée des deux plages soit inférieure à ce minimum, l'autre étant supérieure, nous aurons, en prolongeant suffisamment le temps de pose, un contraste aussi intense que nous le voudrions entre les deux plages.

Il est naturel de penser que cette augmentation de contraste ne se fait pas brusquement, et qu'elle sera d'autant plus grande, à intensité d'impression égale, que cette impression aura été obtenue avec moins de lumière et un temps de pose plus long. Le calcul mathématique vérifie ce fait, ainsi que je l'ai montré dans une note rejetée à la fin de l'ouvrage. Mais, même en faisant abstraction de tout calcul, le bon sens suffit pour comprendre qu'il doit en être ainsi.

J'ai vérifié ce fait dans une observation. Les trois observations concluantes ont été prises dans ces conditions, une quatrième, faite avec un éclaircissement beaucoup plus grand a été négative, alors que le procédé que je décrirai plus loin montrait qu'elle devait être positive.

Pratiquement, il est difficile d'opérer avec des temps de pose supérieurs à une vingtaine de secondes, c'est donc dans ces conditions là qu'il faut se placer, en réglant convenablement l'éclaircissement du sujet, et le diaphragme.

D'autres points de vue encore montrent que les longues poses et les faibles éclaircissements sont favorables. En effet, c'est au moyen des faibles éclaircissements qu'on se met le plus possible à l'abri des phénomènes de halo, ou autres analogues, dus à la réflexion ou à la diffusion dans les diverses parties de l'appareil. Ces derniers phénomènes donnent dans l'appareil photographique comme dans l'œil, et pour les mêmes raisons, des phénomènes analogues à l'irradiation. Je renvoie à ce sujet à l'*Optique physiologique* d'Helmholtz, au titre irradiation. Les phénomènes connus sous le nom de halo photographique, sont d'ailleurs beaucoup plus intenses que l'irradiation. Leur effet est de noyer les teintes sombres dans une impression due aux lumières plus intenses des pla-

ges voisines. Ces phénomènes sont proportionnellement beaucoup plus faibles avec une faible lumière qu'avec une plus forte.

D'un autre côté, dans le cas particulier des éruptions, les rayons rouges ne peuvent pas être absolument négligés dans tous les cas. Ils ont seulement une intensité minima d'impression beaucoup plus élevée que les plus réfrangibles. Si donc on veut éviter de noyer les ombres délicates dues à des taches éruptives dans un voile uniforme dû à ces rayons, qui sont constants sur toute la peau, il faut à toute force que l'intensité soit telle que l'intensité propre du rouge dans la lumière totale soit au-dessous du minimum d'impression de cette couleur. Ce minimum, dans les conditions d'une plaque non trempée dans le révélateur, est plus élevé qu'on ne se le figure souvent. Il est arrivé à tous ceux qui s'occupent de photographie, de voiler légèrement des plaques, en les mettant en chassiss sans les protéger contre la lumière rouge ordinaire de la chambre noire. Il faut donc que l'intensité lumineuse de l'image à photographier soit assez faible, pour que l'on soit à l'abri de ce dernier effet.

Il faut aussi, tout en gardant l'intensité lumineuse faible, prolonger la pose, car il y a intérêt à avoir un cliché assez vigoureux, à cause de l'entraînement inévitable d'une petite fraction de l'argent réduit de la couche superficielle, dans les bains successifs où la plaque est plongée pendant le développement. Le bain d'hyposulfite principalement produit cet effet.

La question du temps de pose étant traitée, il reste à indiquer la façon dont l'épreuve doit être développée. Si le développement a toujours la plus grande influence sur les résultats obtenus par la photographie, il n'y a pas d'emploi de cette science où son importance soit aussi

grande que dans le cas dont je m'occupe. Tous ceux qui se sont occupés de photographie médicale savent les soins qu'il faut apporter au développement, pour avoir un modelé convenable dans les photographies de nu. Le modelé dépend de la manière dont sont accusées les ombres extrêmement faibles qui se trouvent dans les parties claires. Le problème est donc exactement le même que celui qui m'occupe, la seule différence est que, dans le cas présent, les règles doivent être suivies avec la plus grande exactitude et les plus grandes précautions.

L'expérience a montré que les divers révélateurs ne donnaient pas tous les mêmes résultats avec les mêmes plaques, également impressionnées. Les uns donnent des images molles et peu accentuées, les autres des images dures. Un même révélateur donne des résultats tout différents, suivant la vitesse avec laquelle vient l'image. Une plaque révélée trop rapidement ne donne jamais une finesse de détails comparable à celle d'une plaque révélée plus lentement. D'un autre côté, les détails délicats des parties claires viennent avant les détails des parties plus sombres, et il semble que, lorsque les détails viennent dans les parties sombres, les détails précédemment vus dans les parties claires cessent d'être aussi nets.

Il est un réactif dont l'action est jusqu'ici, je crois, inexpliquée, c'est le bromure de potassium. L'adjonction de petites quantités de ce produit à un bain révélateur ne sert pas principalement, quoique cette opinion soit très répandue, à retarder l'apparition de l'image ; son action principale est d'accentuer les contrastes.

Pour accélérer ou retarder la révélation, le seul pro-

cédé efficace consiste à employer des bains plus ou moins énergiques.

De tout ce qui précède il résulte que, pour chercher sur un cliché des détails délicats il faut :

1^o Employer un bain dont on puisse facilement faire varier les proportions ;

2^o L'additionner de bromure ;

3^o Suivre pas à pas l'opération dans une lumière rouge de très bonne qualité, pour l'arrêter dès que les détails cherchés ont leur plus grande netteté.

En suivant le troisième principe, il ne faut pas s'étonner de voir parfois un cliché donnant dans les parties claires de très bons résultats, et développé d'une façon très insuffisante dans les masses foncées.

Le meilleur révélateur à employer dans ces conditions est l'acide pyrogallique, qu'on peut conserver en poudre. Il se dissout immédiatement, et on peut par conséquent faire varier avec la plus grande facilité la composition du bain. De plus, il est bon de n'ajouter l'alcali que par très petites doses ; l'opération se fait ainsi par degrés successifs, et on peut l'arrêter au moment convenable. L'acide pyrogallique a l'inconvénient, surtout pour les développements longs, de teinter les clichés d'une manière assez intense, qui en rend le tirage long et pénible. Mais cet inconvénient peut être bien diminué en lavant le cliché dans de l'eau très légèrement aiguisée d'acide sulfurique.

Enfin, il faut avoir soin d'employer le meilleur objectif possible, en évitant toutefois qu'il couvre notablement plus que la dimension du verre dépoli de la chambre noire, car, dans ce cas, la lumière diffusée par les parois de la chambre noire peut suffire à donner à la plaque un léger voile, très nuisible dans ces recherches.

Ce procédé, qui peut donner des résultats, et présente l'avantage de conserver un témoin de l'observation faite, présente cependant de nombreux inconvénients. Il nécessite un matériel encombrant, des opérations délicates, et un temps assez long. Il faut de plus avoir un laboratoire de photographie à sa portée. Toutes ces raisons rendent peu pratique ce procédé, sur les traces duquel j'avais été mis tout d'abord par l'observation de Vogel.

3° *Procédé.* — *Verre coloré.* — Mais le rôle de la plaque photographique dans ces expériences étant dû à la sélection qu'elle opère parmi les rayons lumineux, il était naturel de chercher si, en armant l'œil de verres colorés convenables opérant une sélection analogue, on ne pourrait pas le placer, pour l'observation immédiate, dans des conditions au moins aussi favorables que lorsqu'il regarde un cliché fait d'après une éruption cutanée.

L'analyse de la lumière des éruptions montre d'une manière évidente que les rayons qu'il faut chercher à absorber sont les rayons rouges.

Il n'existe malheureusement pas de verre coloré absorbant d'une manière complète les rayons rouges. Ceux qui jouissent au maximum de cette propriété sont certains verres verts et le verre au bleu de cobalt.

Les meilleurs verres verts laissent toujours passer un peu de rouge et de jaune, ils affaiblissent peu le vert et absorbent presque complètement le bleu.

Le verre au bleu de cobalt présente la propriété remarquable de donner un spectre de bandes, analogue à celui de l'oxyhémoglobine. Il présente une très large bande sur la partie la moins réfrangible du rouge, une dans l'orangé, une large et faible dans le jaune-vert, et

une faible dans le vert. Entre ces bandes, il absorbe notablement les rayons. Il laisse passer principalement les rayons verts et bleus, mais en absorbant notablement les verts et presque pas les bleus. C'est cette absorption qui, bien que faible, rend son emploi moins avantageux dans quelques cas.

L'expérience seule pouvait décider entre les deux, car la théorie montre que, pour certains éclairages, l'avantage doit être à l'un, et pour d'autres à l'autre.

Cette propriété est évidente, si on représente géométriquement les résultats comme il suit.

Portons les ordonnées proportionnelles à l'énergie par centimètre carré de la couleur, et les abscisses proportionnelles à leurs distances respectives dans le spectre dû à un appareil dispersif déterminé.

Pour le spectre diffusé par la peau, on aura une courbe analogue à la courbe supérieure de la figure 7. Il est facile de voir que l'aire d'une portion de la courbe donne l'énergie contenue dans la portion du spectre qu'elle représente.

Le spectre dû à une tache éruptive est analogue à la courbe inférieure de la figure 7.

Pour la perception de cette tache, l'énergie parasite est donc l'aire correspondant à RJ, et l'aire correspondant à JV est peu utilisé.

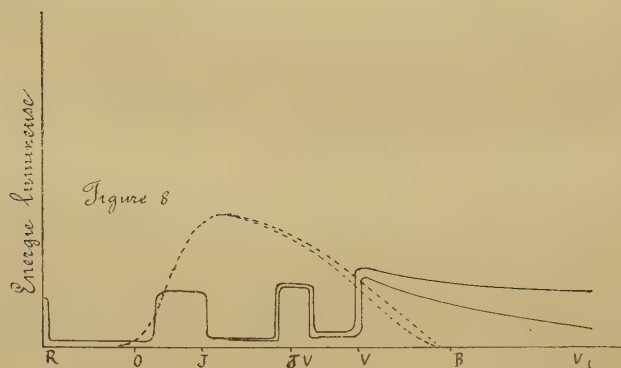
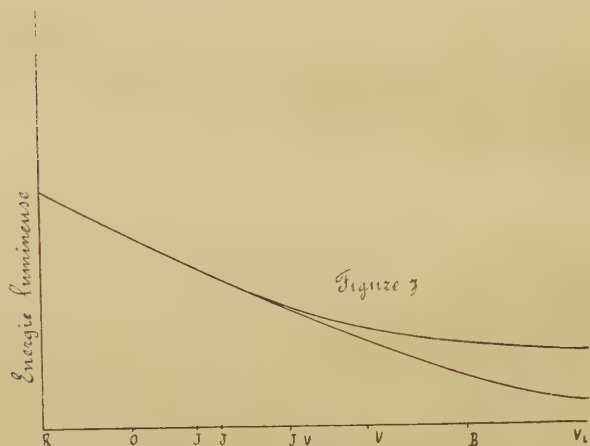
La lumière est d'autant plus utile qu'elle est plus réfrangible.

Le verre bleu laisse après absorption deux courbes analogues aux courbes en trait plein de la figure 8, le verre vert laisse deux courbes analogues aux courbes en trait pointillé de la même figure.

L'examen comparatif des courbes relatives aux deux verres montre que la fraction de l'énergie parasite con-

servée par le verre vert est plus grande que la fraction de l'énergie parasite conservée par le verre bleu. Ceci est donc une première raison pour donner la préférence à ce dernier.

De plus, si nous admettons la loi de Fechner dans



toute sa rigueur, nous voyons que la perception se fera d'autant mieux que la fraction $\frac{\delta I}{I}$ sera plus grande, I étant l'énergie de la teinte la plus faible et δI la différence entre cette énergie et celle de la teinte la plus forte. Sur la figure, I est l'aire de la courbe trans-

formée relative à la tache éruptive, δI est l'aire comprise entre celle-ci et la courbe relative à la peau saine. Il est facile de voir, à l'inspection seule de la figure, que tout l'avantage est au verre bleu, qui conserve intactes les intensités des couleurs pour lesquelles la différence est la plus forte, et supprime à peu près celles pour lesquelles cette différence est faible. Le verre vert au contraire est moins avantageux, car il absorbe complètement les radiations pour lesquelles la différence est la plus forte. La fraction $\frac{\delta I}{I}$ sera plus grande avec le verre bleu qu'avec le verre vert.

Mais d'un autre côté, le rendement de la couleur verte est, d'après les expériences de Langley, supérieur à celui de la couleur bleue. D'un autre côté encore, l'aire totale de la courbe relative au verre bleu est inférieure à l'aire de celle qui est relative au verre vert, car l'absorption est plus forte pour le verre bleu que pour le verre vert. Or la loi de Fechner n'est pas absolue, et quand l'intensité devient assez faible, la diminution de la sensibilité est très notable. Donc, si l'éclairage est faible, il peut arriver que, malgré l'énergie parasite conservée en plus grande quantité par le verre vert, malgré la plus petite valeur de $\frac{\delta I}{I}$ relative à ce verre, il prenne la supériorité sur le verre bleu pour les faibles éclairagements.

J'ai vérifié ce fait en observant des malades placés sur des lits situés loin des fenêtres. Mais c'est là une condition dans laquelle on ne doit évidemment pas se placer ; dans tous les cas d'une pratique rationnelle, il faut se servir du verre au bleu de cobalt.

Dans ce qui précède, j'ai admis implicitement, pour pouvoir comparer entre eux les deux verres colorés,

que, à travers ces verres colorés, on ne percevait plus de différences de teintes, mais seulement des différences d'intensités. Ce fait est démontré par la pratique ; il n'y a qu'un très petit nombre de couleurs sur lesquelles on puisse avoir une notion approximative en regardant à travers le verre bleu ; par exemple certains jaunes ; mais, dans le cas particulier qui m'occupe, quand on regarde une éruption même très intense, il est impossible de discerner une différence de teinte entre la peau saine et les taches éruptives ; on perçoit au contraire une différence d'intensité considérable.

Condition d'emploi du verre au bleu de cobalt. — Je me suis donc décidé pour l'emploi du verre au bleu de cobalt, au moyen duquel ont été faites toutes les observations qui suivent, et je vais en indiquer les meilleures conditions d'emploi.

La première condition est de soustraire l'œil à toute espèce de lumière parasite, dont l'étude précédente a eu pour but de montrer l'influence nuisible. Il faut donc, avant toute chose, placer le verre bleu le plus près possible de l'œil, de manière à ce que celui-ci ne reçoive absolument que la lumière tamisée par le verre bleu. Sans cela la lumière blanche qui arrive à l'œil écarté du verre bleu, joue le rôle de lumière parasite, et comme son intensité est très grande par rapport à celle qui est transmise par le verre bleu, les conditions de vision seraient très mauvaises. C'est ce que la pratique a constamment vérifié.

Il est bon de se placer près d'une fenêtre vivement éclairée, mais cependant il faut éviter la lumière directe du soleil ; dans ce cas l'intensité, même après absorption, dépasse celle du maximum de sensibilité. Il faut avoir soin de ne pas fixer obstinément un point, mais

de laisser le regard errer naturellement. On voit souvent, dans ces conditions, des taches apparaître et disparaître, en donnant une sensation de papillotement. Cela tient à cette observation, faite par Helmholtz et d'autres observateurs, que la sensibilité n'est pas la même en tous les points de la rétine. Au moment où l'image d'un point présentant une éruption très légère se fait en un point très sensible, on la perçoit ; puis, le mouvement de l'œil continuant, la perception cesse pour recommencer plus loin. Il faut tenir compte de ces perceptions fugitives, car elles correspondent bien à une réalité objective, et non à un phénomène subjectif. Pour s'en assurer, il suffit de regarder dans une lumière quelconque un disque rotatif à trait interrompu ; la dernière couronne perceptible est presque toujours papillotante, et, si une expérience ne donne pas ce phénomène, il suffit d'augmenter le nombre des couronnes, en diminuant leur surface, pour arriver toujours à le percevoir.

Une autre précaution à prendre est d'avoir l'œil aussi reposé que possible pour voir les éruptions douteuses. Ainsi, au moment où on place le verre bleu devant l'œil, on est loin de voir aussi bien qu'au bout de quelque temps. Il faut laisser à la rétine, éblouie par la vive lumière au moyen de laquelle le sujet est éclairé, le temps de se reposer dans la lumière bleue très affaiblie et de très bonne qualité, qui traverse le verre coloré. Il serait encore meilleur de fermer l'œil quelques secondes en plaçant les mains devant, mais sans le comprimer, pour éviter à la fois la lumière rouge qui traverse les paupières, et les phosphènes dus à la compression du globe oculaire.

Étude des conditions pratiques de vision des érup-

tions. — L'étude qui précède montre combien il est défavorable d'observer les éruptions avec les lumières artificielles ordinaires. Ces lumières sont en effet très pauvres en radiations très réfrangibles et c'est dans celles-ci que résident les différences entre la lumière des taches éruptives et celle de la peau normale.

Il faut faire une exception pour la lumière de l'arc électrique. Celle-ci étant très riche en radiations bleues et violettes, il est évident que son emploi, réuni à celui du verre au bleu de cobalt, ne peut être que très bon. Je n'ai fait aucune expérience à ce sujet, mais je crois pouvoir m'avancer malgré cela.

Enfin, il est un cas qui se présente souvent dans la pratique médicale, c'est celui où on a à examiner un malade dans une chambre tendue de rouge. Cette lumière est évidemment la plus défavorable de toutes, et une éruption même assez nettement visible au grand jour peut devenir invisible dans ces conditions. Il suffit d'ailleurs pour s'en assurer de regarder une éruption avec un verre rouge. Si elle est forte elle faiblit très notablement ; si elle n'est pas de la plus grande netteté, elle disparaît.

Les tentures bleues sont au contraire une bonne condition, pour l'examen à l'œil nu. Mais, pour l'œil armé du verre au bleu de cobalt, le mieux sera toujours d'éclairer vivement la partie à examiner à la lumière du jour.

Résumé des deux derniers chapitres. — Pour la vision des éruptions cutanées, nous sommes donc en présence de trois méthodes : la photographie, l'abaissement de l'éclairement dans une certaine limite, et l'emploi du verre bleu. J'ai déjà dit, et les observations le feront bientôt ressortir, que le verre bleu m'avait donné des

résultats supérieurs à ceux de la photographie. J'ai d'ailleurs indiqué ce fait sous toute réserve, car les résultats de la photographie sont entièrement subordonnés à l'habileté de l'opérateur. De plus, nous avons vu que l'emploi du verre bleu exigeait un éclairage intense, et celui de la photographie un éclairage faible. Si donc on a un grand intérêt à diagnostiquer une éruption au plus vite, et si l'éclairage est mauvais, si c'est le soir, par exemple, la photographie avec très longue pose peut rendre service. Mais, malgré tout, la simplicité des deux autres moyens doit les faire préférer dans la pratique courante, quelque perfectionnement que le procédé photographique puisse atteindre. Il me reste donc à comparer la sensibilité des deux autres moyens. Je l'ai fait au moyen du disque à trait rouge interrompu dont j'ai parlé plus haut. Par l'abaissement du jour, j'arrivais à voir d'une manière permanente la 6^e couronne ; avec le verre bleu, je voyais jusqu'à la 8^e. D'ailleurs, je n'étais pas à la plus extrême sensibilité possible à atteindre avec celui-ci, car ayant monté le disque sur un tour fixe, son éclairement, tout en étant très bon, était inférieur à celui qu'il aurait eu près d'une fenêtre. Le vermillon que j'ai employé diffuse complètement le rouge spectral, et absorbe complètement tout le reste, sauf très peu de jaune. Tout peut donc se ramener à la vision d'une certaine différence d'intensité dans du blanc légèrement bleuâtre, le tout étant lavé de rouge. La dernière plage rouge visible, qui était la 6^e couronne, correspondait à une différence de $1/100$ environ de l'énergie blanc bleuâtre et le tout lavé de rouge. Or, dans ces conditions, la sensibilité pour le noir sur blanc est de environ $1/140$, on voit donc immédiatement le mauvais effet de la teinte parasite rouge. Pour la vision avec le verre bleu, la

8^e couronne correspondait à $1/150$, nombre bien supérieur au premier ; la sensibilité est augmentée de près de $1/3$. Et je suis certain qu'avec un éclairage encore plus vif on atteindrait des nombres voisins de $1/170$.

En effet, en lumière blanche, le maximum de sensibilité correspond à $1/167$ d'après Helmholtz. Or Langley a montré que le bleu était une des couleurs donnant à l'œil le meilleur rendement ; il est donc certain que la distinction des intensités y sera meilleure que dans le blanc, qui contient des couleurs d'un rendement beaucoup moindre.

Tels sont les résultats théoriques sur lesquels j'ai basé une étude nouvelle des éruptions cutanées. Dans le chapitre qui suit, je le répète encore, je n'ai pas eu la prétention de faire œuvre de clinicien, ce qui sort tout à fait de ma compétence, j'ai seulement voulu montrer aux cliniciens la facilité de l'emploi du verre au bleu de cobalt, et les limites dans lesquelles son emploi peut être avantageux.

Les résultats que j'ai obtenus sont certainement susceptibles de perfectionnement, attendu que toutes mes observations ont été prises par vision monoculaire. Je n'avais pas encore observé le fait relaté au chapitre II, relatif à l'addition des sensations des deux yeux. Aussi ai-je fait construire par M. Pellin des binocles avec des verres au bleu de cobalt, dont l'emploi donne des résultats bien supérieurs.

CHAPITRE III

Etudes cliniques de quelques éruptions cutanées conduites au moyen de la photographie et du verre au bleu de cobalt.

Le but de ce chapitre étant tout spécial, puisque je me propose seulement de montrer l'avantage qu'il y a à se servir des méthodes précédentes, les observations qui y sont consignées n'ont pas la prétention d'être complètes, et encore moins celle d'être des types des diverses maladies que j'ai étudiées. Aussi les ai-je classées, non pas par espèces morbides, mais d'après la propriété particulière que chacune d'elles fait ressortir pour la nouvelle méthode d'observation.

Ainsi que je l'ai déjà dit au commencement de ce travail, les trois grandes questions qui peuvent se résoudre par un perfectionnement optique à la vision des éruptions cutanées sont les suivantes :

- 1° Prévision d'une éruption avant que l'œil ne la révèle ;
- 2° Révélation des traces d'une éruption antérieure ;
- 3° Révélation d'une éruption fruste.

Quelques observations renferment des renseignements relatifs à deux paragraphes différents. Je les ai placés là où elles m'ont paru avoir la plus grande importance, mais je les ai toujours cités *in extenso*, trouvant que cela valait mieux que de les citer par parties.

Enfin, il est un quatrième point que j'ai observé dans

plusieurs cas de rougeole ; il est relatif à la forme des bords des taches éruptives, que le procédé d'examen au moyen du verre au bleu de cobalt permet de saisir d'une façon bien plus complète que l'examen direct à l'œil nu. Ces bords n'ont pas, dans la rougeole le même aspect pendant toute l'évolution de la tache. J'y reviendrai à propos de chaque observation en particulier.

Mais, avant d'entamer les observations et d'en tirer les conclusions, je veux indiquer les difficultés de la méthode.

L'examen de la figure doit toujours être fait avec circonspection, car si le sujet présente des taches de rousseur, même en faible quantité, il y en a toujours un grand nombre qui sont invisibles à l'œil nu, et qui deviennent visibles en s'armant du verre coloré.

De plus il faut se défier des marbrures que présente parfois la peau. Celles-ci deviennent souvent visibles au moyen du verre bleu. On les distingue des éruptions ordinaires en ce qu'elles s'anastomosent entre elles. Il faut habituer l'œil à cette forme, afin de ne pas la confondre avec une éruption.

Il faut faire grande attention pour ne pas confondre avec des taches éruptives les petites congestions développées sur certains points par le frottement, ou par des piquûres de parasites. Le mieux pour éviter les méprises est de regarder longuement, attentivement et à plusieurs reprises.

Enfin, les moindres malpropretés de la peau sont des causes d'erreurs grossières et fréquentes. Cela tient à ce que cette méthode ôte toute espèce de notion de couleur. La peau et tous ses accidents apparaissent sous forme d'un camaïeu bleu, rien ne distingue les diverses couleurs entre-elles, tout se réduit à des chan-

gements d'intensité. On ne distingue pas le noir du rouge.

Cette dernière cause d'erreur supprimée, ce qui ne présente pas de difficulté, la seule difficulté d'application de la méthode consiste donc dans sa sensibilité, qui nous révèle nombre de choses que l'œil ne percevait pas, et pour lesquelles l'expérience ne nous a pas appris à reconnaître ce qui est normal et ce qui est pathologique. Il y a là une véritable éducation à faire, mais qui ne présente pas de difficulté. La première chose à recommander est la circonspection.

§ 1. — **Prévision des éruptions.**

Eczémas. — Les premières observations que j'ai prises ont été trois eczémas. Ce sont ces cas que j'ai photographiés, et dont les deux derniers m'ont montré que le procédé photographique et celui du verre bleu étaient à peu près équivalents, avec un avantage cependant pour le verre bleu.

OBSERVATION I. — Photographie d'eczéma. Planche II.

Aout 1892. — Un enfant âgé de 6 ans a un accès de fièvre. Le docteur qui le soigne sait que cet enfant, a tous les deux ou trois mois, un eczéma précédé d'un jour de fièvre. Il me prévient le matin du 1^{er} jour, et l'enfant est photographié le 1^{er} jour à midi, l'accès de fièvre durant depuis peu d'heures. A ce moment, aucune trace d'éruption n'est visible. Deux épreuves sont prises, une du ventre et de la face antérieure des cuisses, l'autre de la face latérale externe de la cuisse droite. Le docteur m'avait prévenu que l'éruption de l'enfant se localisait généralement surtout à la face antérieure des cuisses.

Le cliché de la face antérieure indique sur la face an-

térieure des cuisses et le ventre de larges taches estompées, très nettes bien que très peu intenses, et qui ne peuvent s'attribuer à des taches de plaque. Le cliché de la face latérale externe de la cuisse droite ne présente aucune particularité. L'enfant a bien un peu bougé, mais le grain de la peau est très net sur l'épreuve, et des taches aussi nettes que celles de la face antérieure se verraient sûrement.

Le lendemain matin, l'éruption était sortie aux endroits indiqués par la plaque, à une exception près. La tache la plus importante du cliché, celle du côté gauche du ventre, n'a pas eu de bouton correspondant.

Cette observation prouve que la photographie peut révéler une éruption d'eczéma, environ 12 heures avant l'œil, car l'éruption, visible le deuxième jour au matin, était sortie pendant la nuit. D'ailleurs on pourrait distinguer des taches bien moins accusées que celle du cliché.

Pour la tache qui n'a pas évolué, je la rappellerai à son lieu et place.

Je suis redevable de cette observation à mes amis le docteur Okinczyç, qui m'a prévenu, et indiqué les particularités de son malade, et André Taillefer, qui a bien voulu photographier cette observation, quand je n'avais pas encore une connaissance du manuel opératoire suffisante pour mener à bien une épreuve aussi délicate ; je leur en exprime à tous deux mes bien sincères remerciements. Cette première tentative d'observation n'a, en effet, été décisive, que grâce à la connaissance du tempérament du petit malade, et à l'habileté technique de l'opérateur.

Cette observation laisse encore place à un léger doute. Je n'avais pas, en effet, encore songé à la méthode

du verre coloré, et ce témoin précieux des deux autres observations photographiques fait ici défaut.

OBSERVATION II. — Photographie d'eczéma.

20 avril 93. — X..., vieille femme, a une forte éruption d'eczéma sur la figure. Les boutons sont bien visibles sur le front, le nez et les pommettes. Sur la partie latérale de la joue, il y a des taches, visibles au moyen du verre bleu, invisibles à l'œil nu. Cette femme ne présente aucune trace de taches de rousseur visibles à l'œil nu. Je la photographie. Le cliché montre, outre les taches visibles à l'œil nu, toutes celles que le verre a déjà caractérisées sur la face latérale de la joue, jusqu'à l'oreille.

22. — Les taches perçues par l'œil armé du verre bleu, et par la photographie sont devenues des boutons d'eczéma. — Je n'ai pu faire reproduire ce cliché, qui est trop intense. Les résultats sont visibles directement, mais auraient donné un mauvais tirage.

Cette observation, et toutes celles qui suivent et qui ne concernent pas la rougeole, ont été prises dans le service de M. le professeur Dieulafoy.

OBSERVATION III. — Photographie d'eczéma. — Planche III.

X... Femme de 50 ans. — A toujours une éruption d'eczéma 24 heures après avoir mangé du poisson. Elle consent à en manger le 21 avril au soir.

22 avril 93. — Je l'examine avec l'œil armé du verre bleu, et je vois un piqueté sur toute la figure et le cou. L'observation est assez délicate, car cette femme a quelques taches de rousseur visibles à l'œil, et un grand nombre que l'œil nu ne perçoit pas, mais qu'il perçoit lorsqu'il est armé d'un verre au bleu de cobalt. Sur le cliché, de nombreuses taches de rousseur sont visibles, et en plus quelque petites taches estompées très faibles, aux endroits où l'examen au moyen du verre bleu avait indiqué de petits points sombres.

23. — Une éruption est visible aux endroits indiqués. Elle est sortie depuis la veille au soir.

Cette observation et la précédente me semblent prouver que l'examen au moyen du verre bleu, qui est infi-

niment plus commode que le procédé photographique, est en même temps plus sensible entre nos mains. Aussi j'abandonne définitivement la photographie, pour ne plus employer que l'œil armé du verre bleu.

Rougeoles. — L'ensemble de ces trois observations semble donc prouver que chacune des deux méthodes permet d'affirmer une éruption d'eczéma au moins douze heures avant que l'œil nu puisse la saisir. Pour l'eczéma, ce fait n'a qu'une importance secondaire, mais il n'en est pas de même pour la rougeole. Aussi me suis-je efforcé de voir combien de temps avant l'apparition à l'œil nu d'une tache de rougeole, l'examen avec le verre bleu pouvait la révéler.

Les observations ont été faites dans le service de rougeole de l'hôpital des Enfants-Malades; il est bien rare de voir, dans ce service, un enfant n'ayant pas au moins quelques taches visibles, car les enfants n'y sont envoyés qu'après diagnostic précis. Pour ma part, entre le 24 avril et le 11 juillet, je n'ai pas vu entrer un seul enfant absolument indemne. Je n'ai donc pu faire servir ma méthode d'observation, ce que j'aurais beaucoup désiré, à caractériser une rougeole n'ayant absolument que ses catarrhes comme symptômes. Cependant, ce que je n'ai pas pu faire moi-même, à cause des conditions où je me trouvais forcément placé, je crois avoir démontré qu'il était possible de le faire.

En effet, si je n'ai jamais vu de rougeole avant toute trace d'éruption, j'en ai vu un assez grand nombre présentant soit un commencement d'éruption localisé en une région bien limitée, soit un très petit nombre de boutons disséminés. J'ai pu suivre nettement, dans bien des cas, l'évolution des taches, aux points où l'œil nu ne me révélait rien dès l'abord. Il me semble légitime,

dans ces conditions, d'étendre aux taches qui paraissent les premières les lois que suivant celles qui paraissent en second lieu, et de dire que l'examen au verre bleu avancera l'apparition des premières, du même temps qu'il avance l'apparition des secondes.

OBSERVATION IV.

Ferrand. — 6 ans 1/2, a eu la scarlatine le 16 avril. Le 7 mai, passe à la rougeole.

8 mai 1893. — Eruption presque scarlatiniforme sur le corps. A l'œil nu, je ne vois rien sur les joues et le front. A l'aide du verre bleu, j'y perçois des taches.

9. — Pour le corps, même état. Les taches des joues sont devenues visibles. L'examen au verre les avait donc révélées 24 heures avant. Celles du front ne sont pas visibles. Au verre on les voit encore.

10. — L'éruption du corps faiblit, la desquamation commence. L'éruption de la figure se voit encore un peu à l'œil, bien au verre. Les tempes de même.

11. — L'éruption de la figure et des tempes ne se voit plus du tout à l'œil nu. Avec l'aide du verre on la voit difficilement. Le corps est comme hier.

OBSERVATION V.

Michot. — 10 juin. — Eruption sur la figure, sortie depuis hier. Sur le corps, l'œil nu ne révèle rien ; l'examen au verre bleu montre de petites taches disséminées et estompées.

11. — Quelques petits boutons acuminés commencent à paraître sur le corps. L'examen au verre les avait déterminés vingt-quatre heures d'avance.

12. — Forte éruption maculeuse.

Remarque : Le verre avait révélé de petits foyers estompés assez rapprochés. L'éruption est apparue ensuite en larges macules. Chacune de celles-ci a donc commencé par plusieurs petits foyers devenus ensuite confluent.

OBSERVATION VI.

Lucie Baller. — 13 juin. — Eruption nette sur la figure. Sur le corps, il n'y a que quelques petits boutons acuminés, visibles à l'œil nu. Au moyen du verre bleu, on voit entre les boutons quelques taches estompées non confluentes.

14. — Eruption généralisée, à larges macules. Même remarque que pour l'observation V.

OBSERVATION VII.

Georgette Fery. — 20 juin. — Eruption bien nette sur la figure. Sur le corps, boutons acuminés disséminés et discrets. L'examen au moyen du verre montre entre ceux-ci de petites taches estompées.

21. — Forte éruption maculeuse. Même remarque que pour les deux observations précédentes. Je ne répéterai plus cette remarque qui m'a semblé générale, car toutes les fois que j'ai vu de larges taches, elles étaient déjà bien plus intenses que les petites taches aperçues dans les trois dernières observations.

OBSERVATION VIII.

Constance Tricot. — 22 juin. — Eruption très légère à l'œil nu ; mais l'examen au moyen du verre bleu révèle de nombreuses taches estompées et larges. C'est donc une éruption qui est en train de sortir, et sera très confluyente.

23. — La prévision d'hier est vérifiée.

OBSERVATION IX.

Chaveley. — 25 juin. — Eruption visible à l'œil nu sur la figure et sur les jambes. Sur le ventre, il n'y a que quelques boutons. L'examen au moyen du verre bleu montre des taches larges et estompées.

26. — Eruption intense sur le ventre, en petits boutons acuminés disséminés. — L'examen au verre montre qu'elle est assez confluyente.

27. — Les petits boutons sont moins intenses, mais l'éruption, qui est légère, est devenue à l'œil nu beaucoup plus confluyente qu'hier.

OBSERVATION X.

Le Reboux. — 27 juin. — Petits boutons disséminés, visibles à l'œil nu sur tout le corps. — L'examen au moyen du verre bleu montre entre ceux-ci de petites taches.

28 — Forte éruption sortie sur tout le corps.

OBSERVATION XI.

Didier. — 28 juin. — Quelques taches à la figure. Sur le corps et les cuisses, on ne voit rien à l'œil nu. Au moyen du verre bleu, on voit de larges taches estompées.

29. — L'œil perçoit quelques petits boutons rouges.

30. — Les petits boutons ont pâli, mais il y a de nombreuses taches.

OBSERVATION XII.

Lit n° 8 des garçons. — 1^{er} juillet. — Il y a sur le ventre une éruption de petits boutons disséminés. — Cette éruption deviendra confluyente, car l'examen au moyen du verre bleu montre des taches entre les boutons.

2. — L'éruption est tout à fait sortie et très confluyente.

OBSERVATION XIII.

Lit n° 8 des filles. — 1^{er} juillet. — Eruption de petits boutons disséminés, très faibles. — L'éruption augmentera, car l'examen au moyen du verre bleu révèle des taches entre les petits boutons.

2. — La prévision d'hier est vérifiée.

OBSERVATION XIV.

Jacquin. — 3 juillet. — Quelques boutons très rares sur le ventre. L'examen au moyen du verre bleu révèle de nombreuses taches estompées.

5. — La prévision d'avant-hier est vérifiée, probablement depuis hier, où je n'ai pu venir.

OBSERVATION XV.

Ryon. — 5 juillet. — L'éruption de la figure est bien sortie. Petits boutons très pâles sur le ventre. L'examen du ventre au moyen

du verre bleu, montre que ces taches s'élargissent en s'estompant, et qu'il y en a quelques-unes que l'œil ne perçoit pas. Cette éruption augmentera donc.

6. — L'éruption est sortie.

OBSERVATION XVI.

Guillermont. — 6 juillet. — Eruption sur la figure et sur le corps. Sur les cuisses, quelques boutons très rares. L'examen au moyen du verre coloré montre entre ces derniers de nombreuses taches que l'œil ne perçoit pas directement.

7. — L'éruption des cuisses est sortie.

Erythème infectieux. — Enfin, je veux rapporter une dernière observation, d'une maladie tout autre. Elle a pour sujet un érythème infectieux.

OBSERVATION XVII.

Simon. — A la fièvre depuis plusieurs jours avec rémission matinale. Aucun autre symptôme, sauf une courbature générale.

17 juin 93. — Eruption érythémateuse sur les bras et sur les jambes. J'examine le reste du corps. Rien n'est visible à l'œil nu. Au moyen du verre coloré, on distingue des taches sur le dos à droite.

17 au soir. — L'éruption est sortie sur tout le dos. Le verre ne me l'avait révélée que d'un seul côté le matin.

18 au matin. — L'éruption du dos persiste à droite. Elle a disparu à gauche sans laisser de traces perceptibles, même au moyen du verre coloré.

Cette observation me semble intéressante, car elle montre que, si le verre coloré n'a pas révélé l'éruption du dos à gauche six heures avant son apparition, c'est que cette éruption a été extrêmement légère. Son évolution a d'ailleurs été très rapide, car, le lendemain matin, toute trace en avait disparu, même pour l'examen au moyen du verre coloré. Il semble donc d'après ce fait, le seul que j'aie recueilli, d'ailleurs, que, lorsque l'évolution visible d'une éruption doit être peu marquée

et très courte, il peut en être de même de l'évolution que l'œil nu ne révèle pas, et que l'usage du verre bleu permet d'étudier. Je n'érige d'ailleurs pas ce fait en principe car nous verrons plus loin qu'il peut en être autrement.

Ceci montre combien il faut être circonspect pour les conclusions à tirer de cette étude. Il est impossible de dire exactement de combien d'heures la vision d'une tache éruptive est avancée par l'emploi du verre coloré. Cela dépend de la nature de l'éruption et de l'intensité qu'elle doit avoir. Ainsi la vision de l'érythème infectieux le 17 juin au matin a été beaucoup plus délicate que la vision des taches de rougeole, que j'ai souvent vues bien plus facilement vingt-quatre heures avant leur apparition. Ce que je viens de dire en comparant l'érythème infectieux à la rougeole, je pourrais le répéter en comparant entre eux les divers cas de rougeole. Je n'ai pas pu, dans chaque cas, noter exactement la difficulté plus ou moins grande que j'ai eue à apercevoir les taches à travers le verre bleu. Mais je peux dire que cela a été parfois très facile, et parfois très délicat, le temps avant l'apparition à l'œil nu restant le même. Ici, comme dans toutes les branches de la clinique, il y a presque autant de variétés qu'il y a de cas, un même symptôme n'évolue pas deux fois de la même manière.

Cependant, sans vouloir demander à cette étude clinique des résultats absolus, ce qui est incompatible avec l'essence même de cette science, il est permis je crois, d'en tirer quelques conséquences générales.

Il y a un processus morbide localisé aux points de la peau qui sont le siège d'une tache éruptive, assez longtemps quelquefois avant que l'œil nu ne perçoive la tache. On peut dire que, dans le cas de la rougeole, ce

processus est, en général, d'au moins 12 heures, et probablement de 24. Il est d'ailleurs probable qu'il existe longtemps avant que l'œil armé du verre coloré ne le perçoive. Peut-être une méthode plus délicate permettra-t-elle un jour de reculer encore les limites assignables.

Il y a encore deux faits sur lesquels je veux appeler l'attention, et qui résultent des observations précédentes. Le premier, que j'ai déjà signalé, c'est que les taches morbilleuses naissent souvent par plusieurs foyers, qui deviennent ensuite confluents. Le second me paraît plus important, c'est que toutes ces éruptions morbilleuses que j'ai étudiées pendant leur progression ascendante, présentaient, par l'examen au moyen du verre coloré, une auréole estompée. Je n'ai jamais pu, à l'œil nu, saisir rien de semblable, et ceci me semble susceptible d'une conclusion pratique, que j'indiquerai lorsque j'aurai étudié le décours des taches éruptives.

C'est ce sujet que je vais aborder dans le paragraphe suivant.

§ 3. — Révélation des traces d'une éruption antérieure.

Rougeole. — Cette partie de l'étude des éruptions présente beaucoup moins de difficultés que la précédente. J'aurais pu, au moins pour la rougeole, en prendre chaque jour de nombreuses observations. Je n'ai pas voulu encombrer ce travail d'une observation d'une ligne prise sur chaque sortant, et qui est très facile à répéter aussi souvent qu'on le voudra. Je veux seulement résumer mes observations à ce sujet. J'ai pu, dans la plupart des cas, voir encore des traces de taches, quel-

quefois nombreuses, quelquefois disséminées, sur les sortants. Plusieurs observations ont porté sur des enfants dont l'éruption était sortie dix-huit jours auparavant. Deux observations fortuites auraient pu être interprétées par une persistance plus longue. Je crois qu'il n'en est rien, mais je les cite pour montrer la difficulté d'interprétation de ces faits. Ce sont deux enfants amenés à la consultation avec les catarrhes et la fièvre. L'examen à l'œil nu donne un résultat nul. Au moyen du verre, il me semble voir quelques petites taches. L'interrogation révèle qu'ils ont eu la rougeole, le premier six mois, le second deux mois auparavant. A côté de ces deux observations j'en ai recueilli une autre, où un enfant, venu pour une maladie non fébrile, et ayant eu la rougeole deux mois auparavant, ne présentait plus aucune trace appréciable d'éruption. Peut-être les traces vues sur les précédents, qui étaient atteints de fièvre, étaient-elles dues à une simple éruption sudorale, c'est à cela que j'inclinerais le plus volontiers. Peut-être aussi les taches étaient-elles d'origine parasitaire. Ces enfants ayant quitté la consultation sans être revus, et ayant été perdus de vue, je n'ai pu continuer les observations, qui auraient pu être démonstratives, car, si les taches avaient disparu en peu de jours, la première hypothèse aurait été écartée. Il faut avoir le plus grand soin, surtout dans des observations du genre des dernières, de ne pas observer des parties du corps qui viennent d'être le siège d'une compression ou d'un frottement, car, dans ces derniers cas, on trouve toujours quelque chose; ce sont les taches dues à de légères congestions.

Pour insister encore sur la difficulté d'affirmer quelque chose en cette matière, je peux citer encore une observation. Il s'agit d'une jeune fille ayant eu la rou-

geole deux mois avant l'observation. Au moyen du verre je perçois des taches; le lendemain, toute trace a disparu. Dans ce cas, ces taches qui étaient larges et estompées, devaient être dûes à des parasites.

En résumé, je ne vois pas que l'éruption morbillieuse puisse être perçue au moyen du verre coloré plus de cinq ou six jours après sa disparition complète à l'œil nu, toutes les autres observations sont sujettes à caution.

Cette question, d'ailleurs, est d'un intérêt très secondaire dans le cas particulier de la rougeole, car, le malade n'ayant aucun intérêt à la cacher, et son diagnostic étant facile quand l'éruption a lieu, son existence est toujours facile à retrouver dans l'histoire d'un malade.

Mais je veux appeler l'attention sur un fait particulier. Toutes les fois que j'ai observé des éruptions ascendantes, j'ai trouvé que les taches étaient estompées, comme je l'ai fait remarquer. Au contraire, toutes les fois que j'ai observé des éruptions dans leur stade de disparition, j'ai observé que les taches n'étaient plus aussi estompées que dans le cas précédent; on ne peut dire qu'elles sont tout à fait découpées comme à l'emporte-pièce, mais l'espace dans lequel se produit la décroissance de la teinte est très restreint. Je crois qu'avec un peu d'habitude, étant donnée une éruption, soit visible, soit douteuse, soit visible seulement au moyen du verre bleu, on peut dire si elle est commençante ou finissante, avec d'assez grandes chances de ne pas se tromper. Pour ce diagnostic, d'ailleurs, même dans le cas des éruptions bien évidentes, l'emploi du verre bleu m'a toujours semblé nécessaire.

Je citerai à ce sujet une seule observation.

OBSERVATION XVIII.

Janot Lucie. — Entre à l'hôpital le 18 juin au matin. A l'œil nu, il est à peine possible de distinguer quelques traces de rougeur. L'examen au moyen du verre bleu montre une éruption bien évidente sur tout le corps. Cette éruption a l'aspect de taches bien nettes, au lieu de l'aspect estompé que j'avais constamment remarqué jusqu'ici. Je m'informe, et j'apprends que les parents en l'amenant ont dit qu'elle était malade depuis quelque temps déjà.

Le 19 juin. — L'éruption est à peine saississable au moyen du verre, une broncho-pneumonie est déclarée.

Ayant rapproché cette observation, qui prouve nettement que l'éruption était en régression, de celle de la veille, j'ai examiné immédiatement toutes les éruptions en régression alors dans le service. C'est de cet examen que j'ai conclu le fait que j'avance. Il en a été de même depuis dans toutes mes observations. Il est d'ailleurs aisé de voir, dans les observations précédentes même antérieures à cette dernière, que j'ai noté dans toutes l'aspect estompé des taches. L'observation IV fait seule exception, jusqu'ici. Dans le paragraphe suivant, les trois premières observations, qui sont de la même date que l'observation IV, présentent la même lacune. Cela tient à ce qu'à cette époque mon attention n'avait pas encore été appelée sur ce fait, qui depuis m'a semblé général.

Ceci peut avoir une certaine importance pratique, car il est bien connu qu'une rougeole dont l'éruption ne suit pas une marche normale est souvent fort grave. Il peut être bien difficile d'affirmer, de mémoire, si une éruption a diminué depuis la veille, surtout dans le cas d'éruptions d'intensité moyenne. L'éclairage peut n'être pas le même, la fatigue de l'œil observateur peut aussi avoir varié. Or c'est là un élément assez sérieux de pronostic,

et c'est ce qui m'a engagé à signaler spécialement la remarque précédente, qui peut donner, par une observation immédiate, une notion assez précise sur le stade d'évolution de l'éruption.

Ce fait une fois signalé, j'abandonne ici l'étude de la rougeole, pour en aborder une autre, où la notion que certains points de la peau ont été le siège de modifications antérieures, peut avoir une grande importance ; c'est le cas de la syphilis.

Syphilis. — Ayant commencé ces études par celles relatives à la rougeole, je n'ai pu aller dans les services spéciaux de syphilis, qui sont éloignés de ceux où on traite la rougeole. Je n'ai donc pu mener de front avec l'étude de la rougeole, que celle de quelques rares cas de syphilis, que j'ai recueillis par hasard. C'est pour cela que je n'ai pas d'observation de roséole syphilitique perçue au moyen du verre coloré avant d'être visible à l'œil nu. Je n'ai donc aucune notion sur le stade d'évolution de cette roséole avant son apparition à l'œil. Il n'y aurait pas de difficulté à faire cette étude, qui pourrait souvent rendre des services au point de vue du diagnostic de la syphilis au début. Mais j'ai eu l'occasion de voir deux roséoles maculeuses complètement sorties, et je les ai suivies au moyen du verre coloré.

OBSERVATION XIX.

B. — 18 ans. — Chancre de l'amygdale. Entre le jeudi 20 avril. Sa roséole est sortie ; elle est visible sur tout le corps, mais assez difficilement, sauf sur le ventre où elle est nette.

21 avril. — Les taches ne sont plus visibles à l'œil sur l'épaule. On les perçoit au moyen du verre coloré.

22. — Même observation.

23. — La roséole est presque disparue partout. Sur l'épaule, elle est difficilement visible au verre, mais nette encore.

Ventre. — L'éruption est encore un peu visible à l'œil.

Fesses. — Quelques taches peu visibles à l'œil, et non délimitables, on ne peut rien affirmer de net. Par l'examen au moyen du verre bleu, l'éruption saute aux yeux, beaucoup de taches deviennent visibles, dont on ne soupçonnait pas l'existence à l'œil nu.

1^{er} mai. — Extrêmement peu visible à l'œil nu sur le ventre, avec toutes les précautions possibles. L'éruption se caractérise encore sur tout le corps au moyen du verre coloré. Le malade quitte le service.

Cette observation montre donc que la roséole maculeuse a laissé des traces perceptibles, dix jours après sa disparition à l'œil nu, sur l'épaule de ce malade où elle avait toujours été très faible.

OBSERVATION XX.

L. — Chancre de l'anus apparu le 5 mai. La roséole maculeuse est apparue vers le 15 juin, époque où il est venu se faire soigner. Toute trace de roséole a disparu le 6 juillet pour l'examen à l'œil nu.

11 juillet. — Les taches de roséole sont encore très nettement visibles au moyen du verre coloré.

Cette observation est interrompue ce jour là, mais les taches sont encore loin de leur limite de visibilité.

De ces deux observations, je crois pouvoir conclure que la roséole syphilitique laisse sur la peau des traces de son passage, pouvant durer une dizaine de jours après que l'œil a cessé de la percevoir.

Mais, à côté de cet accident secondaire, la syphilis présente, dans la période tertiaire, de nombreuses manifestations cutanées, qui aboutissent fréquemment à l'ulcération; mais celle-ci peut être quelquefois évitée par le traitement. Il peut y avoir intérêt pour le médecin à reconnaître l'existence de traces de ces dernières lésions, au point de vue d'un diagnostic ultérieur. Il ne

faut pas s'étonner si ces lésions, d'une nature bien plus grave que celles de la roséole, laissent après elles une trace bien plus durable.

OBSERVATION XXI.

M. 25 ans. — Chancre à 19 ans 1/2. Scarlatine à 21. Influenza à 23 1/2. Brightique, vient consulter pour cela.

4 mai 93. — Je l'examine au sujet des stigmates de la syphilis. Il dit avoir eu une roséole maculeuse avec quelques papules dont il ne reste pas trace. L'examen attentif au moyen du verre bleu me révèle sur la face palmaire de l'avant-bras droit une tache en forme de croissant avec deux renflements aux extrémités. La vision de cette tache est absolument impossible à l'œil nu, et d'une grande difficulté au moyen du verre coloré. Aussi j'éprouve le besoin de vérifier ce que je vois. Le malade se souvient d'avoir eu une tache à cet endroit en septembre 1891, tache qui a disparu vers décembre de la même année. Je lui en dessine les formes en supprimant à dessein un des renflements des cornes du croissant. Le malade rectifie la faute.

La véracité du malade et l'exactitude de mon observation me semblent donc vérifiées.

5. — Le bras est aujourd'hui couvert de marbrures qui masquent complètement la tache si délicate perçue hier. Je fais tenir le bras élevé pendant quelques minutes. Les marbrures disparaissent, et le stigmate redevient possible à examiner dans les mêmes conditions qu'hier.

Cette observation montre qu'une manifestation cutanée, tertiaire de la syphilis, sur laquelle je n'ai d'ailleurs pu avoir aucune espèce de renseignement, n'a pas laissé de trace visible à l'œil, mais que l'examen au moyen du verre coloré en a révélé des traces dix-huit mois après sa disparition. Il semble qu'il y ait eu là une altération très légère, mais permanente, de la peau.

Cicatrices. — Je ne veux pas quitter ce sujet sans appeler l'attention sur un fait encore. Dans les nombreuses recherches que j'ai faites au moyen du verre coloré,

il m'est arrivé souvent de retrouver sur la peau, principalement aux avants-bras, de petites traînées claires, dont, souvent, je n'ai pu avoir aucune notion à l'œil nu.

Dans quelques cas, les malades se sont souvenu d'avoir eu à ces endroits des cicatrices. Ce fait n'a rien d'étonnant. Une cicatrice normale étant moins vasculaire que les parties voisines, la lumière qu'elle diffuse participera moins que pour les voisines des propriétés de la lumière diffusée par le sang. Il y a la même différence optique entre une cicatrice et la peau saine, qu'entre la peau saine et la peau congestionnée. Il n'est donc pas étonnant que la vision des cicatrices légères soit aussi perfectionnée par l'emploi du verre bleu que la vision des taches éruptives légères.

Cette question peut avoir en médecine légale une certaine importance, en révélant par l'examen de la peau les traces de mauvais traitements antérieurs. Peut-être, dans ce dernier cas, l'emploi de la photographie, qui laisse une preuve palpable des faits, serait-il justifié. J'ai pensé pouvoir trouver une vérification de ces faits dans l'étude de sujets ayant eu la variole. Il n'était pas impossible, en effet, que, outre les cicatrices déprimées et très marquées que cette maladie laisse parfois après elle, il y en eut, dans quelques cas, d'autres très légères, visibles au moyen du verre coloré, et non visibles à l'œil nu.

J'ai examiné à ce sujet deux cas de varioles très anciennes que j'ai rencontrés. L'un, dont la figure était tout à fait couturée, n'avait plus aucune trace visible sur le corps, et l'examen au moyen du verre coloré n'a donné aucun résultat nouveau. Le deuxième cas, au contraire, a donné un résultat affirmatif que je consigne dans l'observation suivante.

OBSERVATION XXII.

Bohy Blanche. — *Avril 1893.* — Petites taches blanches nettes, visibles par endroits à l'œil nu. L'examen au moyen du verre bleu en montre sur tout le corps, principalement aux seins et sur le ventre et les cuisses. Cette malade, qui souffre actuellement d'une phlébite, n'a eu aucune maladie depuis 1870, où elle a eu la variole étant enfant.

J'ai essayé de photographier cette malade, et je n'ai rien obtenu. J'avais opéré avec beaucoup plus de lumière, et un temps de pose notablement plus faible que dans les autres observations. Le modelé même de la poitrine était mauvais. J'ai donné de ce fait une raison qui me paraît valable, dans le chapitre relatif à l'étude physique du procédé photographique.

Quoiqu'ici il ne soit pas question véritablement d'une éruption cutanée, j'ai signalé à cette place ce fait, qui est, comme la vision des éruptions anciennes, relatif à la vision de stigmates disparus ou affaiblis dus à une lésion ancienne de la peau. Je termine ici cette étude et je vais passer à celle des éruptions frustes.

§ III. — Rélévation des éruptions frustes.

Rougeole. — S'il est difficile de trouver des cas de rougeole avant éruption en quantité suffisante pour fonder une théorie, il est encore bien plus difficile de trouver des maladies éruptives sous leur forme fruste. Dans le cas de la rougeole, on ne peut jamais être bien certain du diagnostic quand le symptôme éruption fait défaut d'une manière complète, aussi ces cas là ne se voient-ils pas dans les services spéciaux. Les observations en sont d'ailleurs très rares. Avant de pouvoir entrepren-

dre cette étude délicate, il fallait donc montrer d'une façon nette qu'il existe certaines éruptions dont l'évolution ascendante s'arrête avant que l'œil puisse la percevoir, tout en arrivant dans les limites où l'examen au verre coloré permet de les caractériser. C'est par un procédé analogue à celui du 1^{er} paragraphe de ce chapitre que j'ai fait cette étude. J'ai étudié toutes les éruptions mal visibles de rougeole que j'ai pu rencontrer, et j'ai cherché si je ne pouvais trouver certaines parties du corps bien nettement délimitées, et où, l'œil nu ne percevant rien, l'œil armé du verre coloré saisisait une éruption. Ceci s'est rencontré dans quelques cas, dont je vais citer les observations.

OBSERVATION XXIII.

Laurial (Gabrielle). — Entre le 4 mai 1893.

5 mai. — Eruption visible à l'œil sur le dos, la poitrine, les bras et le cou. Sur les cuisses, l'éruption est peu nette, elle se voit bien au moyen du verre bleu. Sur les jambes, elle est un peu visible au moyen du verre. Sur la figure, l'éruption est peu caractérisable à l'œil nu, bien nette quand on regarde au moyen du verre bleu. Elle est moins visible au front qu'ailleurs.

Sur la face postérieure des cuisses et des jambes, l'éruption ne se voit pas à l'œil nu, elle est bien nette quand on l'examine au moyen du verre coloré. Elle s'atténue en allant vers les pieds.

8. — Même état.

9. — L'éruption des jambes semble un peu plus nette. Celle du front et de la figure est peu visible, même au verre.

10. — Même état.

11. — L'éruption s'affaiblit beaucoup.

Toute cette éruption a été difficile à voir, et très pâle. Elle avait un aspect tout particulier que je n'ai vu à aucune autre. Mais le fait sur lequel je veux appeler l'attention, c'est que l'éruption, qui n'a jamais été visible

à l'œil nu sur les jambes, au moins dans leur partie inférieure, a été perçue, au moyen du verre coloré, sur cette même partie, les 7, 8, 9 et 10 mai, et que, à partir du 11 mai cette éruption fruste est entrée en décroissance, ainsi que le reste de l'éruption, pour disparaître ensuite. Le maximum du 9 mai montre d'ailleurs qu'il ne s'agissait pas d'une éruption déjà en régression le 5 mai.

OBSERVATION XXIV.

Leriche, 7 ans. — S'est senti malade le 7 mai.

8 mai. — Eruption discrète généralisée. Dans les intervalles qui semblent sains à l'œil nu, l'examen au moyen du verre coloré révèle des taches. Sur le front, rien n'est visible à l'œil nu, l'examen au moyen du verre coloré révèle des taches.

9. — Même observation.

10. — L'éruption est peu visible, même au moyen du verre coloré ; le jour est mauvais, ce qui diminue beaucoup la valeur de l'emploi du verre bleu.

11. — L'éruption du front est visible au moyen du verre coloré. Celle de la figure est douteuse à l'œil nu, nette par l'examen au moyen du verre coloré.

14. — L'œil nu ne distingue plus rien, mais, au moyen du verre bleu, on voit encore l'éruption, sauf sur le front.

L'éruption du front n'a jamais été visible à l'œil nu, au lieu qu'elle est restée visible au moyen du verre coloré pendant les 8, 9, 10, et 11 mai.

OBSERVATION XXV.

Dubois. — Mal à la gorge depuis quelques jours.

8 mai. — Eruption discrète. Elle est visible au moyen du verre bleu sur le front, où elle ne l'est pas à l'œil nu. Le verre révèle aussi de nombreuses taches dans les intervalles qui semblent sains à l'œil nu.

9. — Même résultat qu'hier, mais l'éruption me semble plus faible.

10. — L'éruption, sur la figure et les tempes, est encore nette quand on la regarde au moyen du verre bleu. Celle de la figure se voit un peu à l'œil nu.

Sur la poitrine, on voit encore quelque chose au moyen du verre, rien à l'œil.

11. — Comme hier, mais l'éruption s'affaiblit.

12. — L'éruption s'affaiblit. Sur le front, il n'y a plus rien de visible, ni à l'œil nu, ni au moyen du verre bleu. Sur le corps, cet examen révèle encore quelques taches, invisibles à l'œil nu.

14. — Même observation.

Dans cette observation, comme dans la précédente, l'éruption du front n'a jamais été visible à l'œil nu. Au lieu que l'examen au verre coloré l'a révélée les 8, 9, 10 et 11 mai.

OBSERVATION XXVI.

Dapremont. — 23 juin. — Eruption de boutons nette sur la figure. Sur le corps, l'œil nu ne distingue aucune trace d'éruption. L'examen au moyen du verre coloré montre quelques taches estampées et larges.

24. — Même observation.

25. — Même observation.

26. — L'éruption disparaît partout.

Dans cette observation, l'éruption visible à l'œil nu a été entièrement localisée à la figure, et l'examen au moyen du verre bleu a montré une éruption fruste sur tout le corps, éruption dont la progression s'est arrêtée avant qu'elle ne devînt visible à l'œil nu.

OBSERVATION XXVII.

Paris (Pierre). — 23 juin. — Taches estompées très peu visibles. Observées au moyen du verre coloré, ces taches deviennent nettes et s'élargissent beaucoup.

24. — Même aspect, sauf que les taches s'élargissent encore plus qu'hier par l'examen au moyen du verre bleu.

25. — Même aspect.
26. — Même aspect.
27. — L'éruption faiblit. La défervescence est complète. Cette éruption, observée à l'œil nu, était tout à fait incertaine, l'examen au moyen du verre coloré l'a rendue tout à fait évidente.

OBSERVATION XXVIII.

- Dapremont Marie.* — Sœur du malade de l'observation XXVI.
25 juin. — Boutons sur la figure. L'examen au moyen du verre bleu indique des taches sur le ventre, tout à fait invisibles à l'œil nu.
26. — Même état.
27. — L'éruption du ventre a à peu près disparu, les boutons de la figure sont très gros.

Il est remarquable que cette observation et l'avant-dernière, qui portent sur le frère et la sœur, tombés malades à deux jours de distances aient donné deux éruptions d'une espèce très rare et à peu près identiques.

Syphilis. — Je vais citer maintenant une dernière observation relative à un cas de syphilis, qui m'a semblé présenter une roséole maculeuse fruste. Je cite d'abord l'observation, je la discuterai ensuite.

OBSERVATION XXIX.

H. — Grippe. Broncho-pneumonie. — Le dimanche 23 avril on voit sur le malade, qui est à l'hôpital depuis plusieurs jours, un chancre double induré de la verge. Le diagnostic de chancre syphilitique est porté pour des raisons que je n'ai pas à rapporter ici. Le malade avoue avoir connaissance de ces chancres depuis le dimanche.

16 avril. — L'examen au point de vue de la roséole est très difficile, le malade ayant eu le thorax couvert de ventouses, et ses bras étant absolument hâlés. Mais il y a une place sur l'épaule où l'examen est possible. Le 23 avril, rien n'est visible à l'œil nu. Au

moyen du verre coloré, on voit de très faibles taches sur l'épaule gauche.

24. — Les taches sont très visibles au moyen du verre bleu, il n'y a rien de visible à l'œil nu.

25. — Les taches sont très nettes au moyen du verre coloré, on les devine à l'œil nu.

26. — Les taches sont très difficiles à voir à l'œil nu. Elles sont rendues nettes par le verre coloré, mais moins qu'hier il me semble.

28. — A peine quelques traces de taches sont-elles saisissables au moyen du verre bleu.

1^{er} mai. — On devine encore quelque chose dans de bonnes conditions d'éclairage, au moyen du verre bleu.

Les jours suivants, il n'y a plus rien de visible, ni à l'œil nu, ni au moyen de verre coloré. Le malade sort au bout de six semaines sans avoir eu d'autres traces pouvant faire soupçonner une roséole.

Il semble donc bien a priori que cette légère éruption, dont l'examen au verre coloré a permis de suivre l'évolution sur l'épaule gauche du malade, a dû être une roséole fruste. Les observations délicates faites au moyen du verre coloré ont d'ailleurs été corroborées par la visibilité de ces taches légères, à l'œil nu, pendant une journée.

Mais il ne faut pas se hâter de conclure dans un cas aussi complexe. La température du malade était en effet très élevée et ces taches pouvaient bien provenir d'une simple éruption sudorale. Je ne veux donc pas tirer de conclusions nettes de cette observation unique et douteuse, je me contenterai de dire qu'il est possible qu'il y ait des roséoles syphilitiques frustes. L'examen au moyen du verre coloré peut les révéler pendant assez longtemps, alors que l'examen à l'œil nu ne permet de les saisir qu'avec la plus grande difficulté, et pendant un temps très court.

Eczéma. — Enfin, avant d'abandonner cette question, je ne veux pas passer sous silence une particularité de l'observation I. La photographie montre une large tache estompée sur le ventre, et cette tache, révélée par la photographie, n'est jamais devenue visible. C'est cependant la plus intense de la photographie. Cette tache est donc tout à fait analogue à celles qui peuvent exister dans les maladies frustes. La photographie l'a révélée. Lors de cette première observation je n'avais pas encore songé au verre coloré, je n'ai donc pas pu vérifier l'existence de cette tache, mais je suis certain qu'elle aurait été visible, car la méthode du verre est aussi sensible que la photographie, et que ce n'est pas là l'aspect d'une tache de plaque.

Tels sont les résultats que j'ai cru pouvoir tirer des observations que j'ai prises. Plusieurs d'entre eux ont besoin de vérification, mais il me semble assez rationnel d'espérer que cette vérification ne leur fera par défaut, au moins en grande partie.

Les questions qui restent à résoudre maintenant sont d'ailleurs entièrement du domaine de la clinique. Je me reconnais absolument incompetent pour les discuter, mais j'espère que quelques cliniciens voudront bien s'emparer de la méthode d'observation que j'ai décrite, pour perfectionner cette étude clinique et en élaguer ce qu'elle peut avoir d'erroné. Pour ma part, je considère ma tâche comme terminée sur cette question, car j'ai tenté de faire œuvre de physicien, non de clinicien ; et le but le plus élevé que je me sois proposé dans ce travail sera rempli, si j'ai pu démontrer une fois de plus par ce modeste exemple que les sciences physiques peuvent contribuer aux progrès de la médecine.

APPENDICE

Note I.

Sur la loi de Fechner.

La loi de Fechner est impuissante à rendre compte des faits. En effet, pour les faibles intensités, la sensation tend vers 0, au lieu que $\log I$ tend vers $-\infty$. Aucune valeur donnée à la constante d'intégration ne peut rendre compte d'un pareil écart. De plus, pour une certaine valeur de l'intensité, le rapport $\frac{\delta I}{I}$, qui correspond au minimum de différence perceptible δI , passe par un maximum, d'après les expériences d'Helmholtz. Enfin, pour $I = \infty$ la sensation serait infinie, d'après la loi de Fechner, et c'est là une absurdité, car on ne peut concevoir une sensation infinie.

Je vais chercher à traduire en langage mathématique l'hypothèse de Fechner, en partant des résultats expérimentaux donnés par Helmholtz. L'hypothèse de Fechner est la suivante: « Un œil déterminé distingue 2 plages, quand la différence des sensation lumineuses due à ces 2 plages atteint une certaine valeur constante pour cet œil ». J'ai discuté cette hypothèse au chapitre II et je l'ai vérifiée par l'expérience.

Soit $S = f(I)$ la loi qui définit la sensation en fonction de l'intensité. Alors $dS = f'(I) dI$ tant que dI est assez petit. L'hypothèse de Fechner implique que, pour

$\delta S = A$ l'œil distingue 2 plages différents de δI , alors $A = f'(I) \delta I$, si on admet que δI est assez petit.

L'expérience montre que $\frac{\delta I}{I}$ passe par un minimum pour une certaine valeur de l'éclairement, et que δI tend vers une valeur finie quand I vers 0. Il est aisé de voir que la forme la plus simple de δI qui rende compte de ce fait est $\delta I = B I^2 + C I + D$.

D'ailleurs $\frac{\delta I}{I} = \frac{B I^2 + C I + D}{I}$, et la connaissance de $\frac{\delta I}{I}$ pour un certain nombre de valeurs de I permettra de calculer B , C , et D . Dans ces conditions nous aurons $f'(I) = \frac{A}{B I^2 + C I + D}$ et l'équation différentielle à résoudre sera.

$$dS = \frac{A dI}{B I^2 + C I + D}$$

D'ailleurs il est évident que δI ne peut jamais s'annuler pour des valeurs positives de I , donc on peut écrire ceci sous deux formes :

1° Si le trinôme a ses racines imaginaires :

$$dS = A \frac{dI}{(aI + b)^2 + c^2}$$

$$\text{d'où } S = \frac{A}{ac} \left[\text{arc tg } \frac{aI + b}{c} + C \right]$$

2° Si le trinôme a ses racines négatives $-a$ et $-b$:

$$S = A \log. \frac{I + a}{I + b} + S_0$$

Ces fonctions rendront compte de ce qui se passe pour les intensités moyennes, si on admet l'hypothèse que δI est assez petit pour négliger son carré et permettra, en prenant pour C une valeur convenable d'avoir une valeur nulle pour la sensation correspondant à une

intensité très faible ϵ . On pourra donc extrapoler avec plus de certitude au moyen de ces formules qu'au moyen de celle de Fechner. De plus, quand I tend vers ∞ , la sensation, calculée au moyen de ces formules tend vers une valeur finie ce qui est plus admissible que le résultat de la formule de Fechner, quoiqu'encore insuffisant.

Les coefficients de cette formule sont calculables en répétant les expériences d'Helmholtz, mais en les complétant par la mesure de l'énergie lumineuse faite au moyen d'une pile thermo-électrique, ou du bolomètre, ou encore en opérant avec une source étalon, dont on fait varier l'intensité dans des rapports donnés.

Pour des limites peu étendues, il est évident qu'on peut remplacer l'hyperbole $y = \frac{B I^2 + C I + D}{I}$ par sa tangente, et alors on trouvera pour S une fonction logarithmique sans dénominateur. Si on suppose que cette tangente est la tangente horizontale du minimum de $\frac{\delta I}{I}$, on retrouve alors la loi de Fechner, telle qu'il l'a énoncée.

Cette forme de loi rend donc compte des faits dans tous leurs détails, au moins dans les limites d'intensité utilisables sans danger pour la rétine. Pour les intensités très grandes, elle est certainement fausse mais il n'y a pas à se préoccuper de ces intensités, qui ne sont jamais utilisées. D'ailleurs les expériences que j'ai faites, et que j'ai indiquées au chapitre II, montrent que, dans les limites d'éclairage utilisables, la loi est bien de la forme énoncée. Je vais conclure des expériences précédentes la loi mathématique de variation de $\frac{I \delta}{I}$

Ayant déterminé 5 points de la courbe de $\frac{\delta I}{I}$ en fonction, de I et ayant vu graphiquement qu'ils étaient sen-

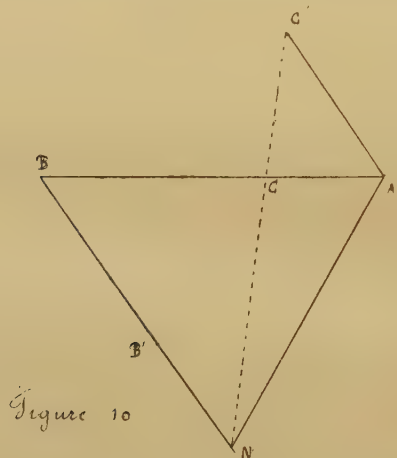
forme (1) figure 9. Les lois de l'arc tg ou du log. de la fraction donnent la forme (2), qui concorde avec les faits pour toutes les intensités admissibles sans dommage pour la rétine.

J'ai trouvé par une expérience une fonction logarithmique, il est possible que, pour d'autres conditions, on trouve un arc tg .

Note II.

Sur le mode de composition des teintes et des intensités.

Je dis que, dans le mode de représentation que j'ai adopté, on obtiendra le point représentatif du mélange



de deux teintes, en composant les vecteurs des points représentatifs de ces teintes, comme des forces ou des vitesses.

En effet, soient A et B deux couleurs et C la résultante sur la table des couleurs relative à A. Ceci signifie seulement que, en appelant α l'énergie de A, et β

celle de B, la couleur résultante sera sur la ligne N C telle que $\frac{A C}{C B} = \frac{\beta}{\alpha}$. Mais, d'après le mode de représentation adopté, si A est sur la table d'énergie α , la couleur B sera représentée par le point B', sur N B, tel que $\frac{N B'}{N B} = \frac{\beta}{\alpha}$, et puisque la couleur résultante doit avoir pour énergie $\alpha + \beta$, il faut prolonger N C de façon à ce que $\frac{N C}{N C'} = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$ d'où $\frac{N C}{C C'} = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{C B}{A C}$, ce qui montre que le triangle NBC, CC'A sont semblables, et que AC' est parallèle et égal à NB'.

Note III.

Sur la surface de sensibilité autour d'un point.

Je vais démontrer que ce que j'ai appelé la surface de sensibilité est un ellipsoïde.

Soit A un point représentant l'éclairement objectif d'une plage lumineuse et A' un point représentant l'éclairement objectif d'une petite plage entourée par la première. Je suppose que A' est le point le plus voisin de A dans la direction AA', et tel que l'œil distingue les 2 plages; je dis que le lieu des points A' quand AA' varie est forcément un ellipsoïde.

Soient $x y z$ les coordonnées du point A, $x + dx, y + dy, z + dz$ celles de A'. Je cherche la forme la plus générale que peut avoir la relation entre $dx dy dz$, en supposant ces variations suffisamment petites. J'ai démontré géométriquement que les phénomènes de fatigue et les mouvements de l'œil transformaient les points A

teintes, il est aisé de voir que cela implique que, tout le long d'un même vecteur issu du point N, qui représente le noir absolu, les ellipsoïdes sont semblables, et que les dimensions de chacun d'eux sont proportionnelles à la distance de leurs centres respectifs au point M.

Il suffirait donc, dans ce cas, de déterminer un ellipsoïde sur chaque rayon vecteur en notant l'intensité à laquelle il correspond. La détermination de l'ellipsoïde peut être faite par quatre mesures : 1^o la mesure de la constante de Fechner, 2^o la mesure de 3 sensibilités à énergie constante, par exemple dans les directions des 3 couleurs principales. Cela tient à la conjugaison du plan d'énergie constante et de la droite d'égale teinte.

Note IV.

Sur la relation qui lie l'impression photographique à l'éclairage et aux temps de pose. Variation du modèle avec le temps de pose.

Les expériences du capitaine Abney, qui démontrent que le temps de pose doit croître plus vite que l'inverse de l'éclairement, pour avoir la même impression photographique, me semblent pouvoir servir à interpréter le fait que l'expérience m'a prouvé dans l'étude photographique des éruptions, c'est-à-dire que pour rendre visibles des détails extrêmement délicats, il fallait éclairer peu et poser longtemps.

Longtemps on a cru que, E étant l'éclairage et T temps de pose, la fonction qui représentait l'intensité d'impression était $I = a Et$. Les expériences du capi-

taine Abney montrent qu'il n'en est pas ainsi. On peut en rendre compte en supposant I , E et t reliés par la relation $(1) I^m = a (E - E')^p t$ où m , a et p sont certaines constantes à déterminer, et où E' est l'éclairage minimum nécessaire pour impressionner la plaque, minimum dont l'existence est bien connue des photographes. En effet, il faut que, pour $I = 0$ on ait soit $E = E'$ soit $t = 0$. La fonction de I la plus générale qu'on puisse admettre serait un polynôme sans constante, mais cette formule contient assez de constantes arbitraires pour pouvoir probablement représenter les faits pour d'assez grandes variations des variables.

Si nous avons deux plages différemment éclairées, en faisant varier l'éclairement, nous ferons varier proportionnellement l'intensité de chacune des deux plages. Donc, si j'appelle E l'éclairement total et de la variation d'une plage à l'autre quand l'éclairement est égal à I , on aura $dE = E de$. Si I est l'intensité d'impression sur la plaque, la lumière sur le cliché sera proportionnelle à I , et, en admettant la loi de Fechner, il faut rendre $\frac{dI}{I}$ aussi grand que possible,

$$\text{Différentions } (1) m I^{m-1} dI = p a (E - E')^{p-1} t dE$$

$$\text{d'où } \frac{dI}{I} = \frac{p a (E - E')^{p-1} t \cdot E \cdot de}{m I^m} = \frac{p de}{m} \cdot \frac{E}{E - E'}$$

$p de$ et m sont des constantes, donc la fraction de sensibilité sera d'autant plus grande que l'éclairement sera plus près du minimum nécessaire pour impressionner la plaque, pour la plage la moins éclairée. Théoriquement, pour cette valeur, le rapport devient infini, ce qui tient à ce que pour cette valeur, l'impression due à la plage la moins éclairée est nulle, l'autre pouvant de-

venir aussi grande qu'on le voudra en augmentant le temps de pose.

La traduction immédiate en langage ordinaire de ce résultat mathématique est le suivant: *Pour avoir du modelé, il faut diaphragmer et pour beaucoup.*

VU BON A IMPRIMER :

Le Président de la thèse,

C. M. GARIEL.

Vu: *le Doyen,*

BROUARDEL.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur,

GRÉARD.







Imprimerie P. Moisson à Chaumont (Haute-Marne).